# RIVISTA

DI

# MINERALOGIA E CRISTALLOGRAFIA

*ITALIANA*

DIRETTA DA R. PANEBIANCO

---

## VOL. XIX

---

PADOVA
TIPOGRAFIA COOPERATIVA
1898

Relazione milleriana di quattro facce in zona, e grado di simmetria degli assi, nei cristalli. — R. Panebianco.

Il soggetto di questa breve memoria non è stato svolto nella nostra lingua, se si eccettui per la prima parte di essa, la recente trattazione del La Valle [1], fatta con metodo poco diverso da quello usato da me, che è poi quello del Miller, modificato per l'introduzione dei determinanti. In francese questa prima parte è stata trattata dal Wyrouboff [2], col metodo stesso del Miller e col simboleggiamento stesso, adoperato da quasi tutti gli altri [3] che hanno riportata la dimostrazione milleriana, in generale, con minore chiarezza ed eleganza di quelle adoperate dallo eminente cristallografo inglese, eccetto il Liebisch [4] il quale usa il modo matematico di simboleggiare, che se riesce facile agli algebristi, non riesce in generale altrettanto facile ai mineralisti, i quali sono, in fin dei conti, dei naturalisti e non dei matematici.

Io ho trattato questa prima parte attenendomi al metodo dell'autore, elegantissimo pei suoi tempi, il più che mi fu possibile, ed ho soltanto adoperato, in più, come il Liebisch ed il La Valle i determinanti, poichè questi (almeno quelli di secondo ordine) sono familiari ai mineralisti, a cagione della pratica cristallografica di tutti i giorni. Nessun merito, o quasi nessuno [5], spetta a me se eccettui quello anegoistico di rendere

---

(1) G. La Valle. *Corso di Cristallografia teorctica con applicazione al calcolo dei cristalli.* Messina 1897, pag. 61.

(2) G. Wyrouboff. *Manuel pratique de Cristallographie.* Paris 1889, pag. 27.

(3) Viktor von Lang. *Lehrbuch der Krystallographie.* Wien 1866, pag. 51. — Dr Aristides Brezina. *Methodik der Krystallbestimmung.* Wien 1854, pag. 199, ecc.

(4) Th. Liebisch. *Grundriss der Physikalischen Krystallographie.* Leipzig 1896, pag. 31.

(5) Che la razionalità espressa dalla relazione milleriana per 4 facce in zona, non avesse la reciproca non era stato detto, mi pare.

273997

alla portata di tutti la dimostrazione, resa più mnemonica dagli indici numerici apposti ai simboli dei piani [1], ravvicinando così la formola a quella del doppio rapporto anarmonico, noto dalla geometria proiettiva.

Inoltre, ciò che mi spinse a riportare la relazione milleriana, necessaria per lo svolgimento della seconda parte di questa memoria, fu un sentimento di giustizia ed una reazione contro certi trattatisti che vanno per la maggiore e che non si peritano di togliere, con leggerezza inaudita, il merito della priorità al Miller [2].

La seconda parte poi, che si basa essenzialmente sulla relazione milleriana e dà, in qualche modo, ragione della trattazione mia, l'ho condotta, mi sembra, in modo assai più semplice e tutto affatto diverso di quello che trovasi nei trattati del Liebisch e del Groth, modo che mi ha portato a fare qualche deduzione non priva d'interesse.

## I.

## Relazione fra quattro facce di una zona.

Siano $P_1 = h_1 k_1 l_1$, $P_2 = h_2 k_2 l_2$, $P_3 = h_3 k_3 l_3$, $P_4 = h_4 k_4 l_4$, le 4 facce della zona [u v w].

---

(1) Il Mallard, a vero dire, adopera gli stessi indici, ma la dimostrazione di questo autore è fatta partendo dall'ipotesi costitutiva dei cristalli. — M. Ernest Mallard — *Traité de Cristallographie géométrique et physique.* Paris 1874, Vol. I. pag. 32.

(2) Vedi pag. 305 del *Trattato* di Groth ultima edizione 1895. Invece le cose stanno altrimenti. Nel memorabile *Treatise on Crystallography* pubblicato nel 1839 a Cambridge (Inghilterra) dal celebre cristallografo inglese Miller, professore dell'Università del luogo sumentovato, si trova *per la prima volta* questa relazione con le altre dipendenti.

Il mineralista tedesco W. Sartorius von Waltershausen fece sapere al pubblico nel 1856 che il celebre Gauss, suo compatriotta, fin dal 1831, si era occupato di studi cristallografici, e, dai manoscritti del celebre matematico, potè essere accertato che, fin da quel tempo, egli avea trovata la relazione che a giusta ragione chiamo milleriana, poichè la priorità spetta indubbiamente al Miller, che la ha pubblicata, mentre il Gauss l'avea consegnata soltanto ai suoi manoscritti, ed era ignota al Miller.

La relazione cercata si esprime con la formola

$$\frac{\operatorname{sen} \widehat{P_1P_3}}{\operatorname{sen} \widehat{P_2P_3}} : \frac{\operatorname{sen} \widehat{P_1P_4}}{\operatorname{sen} \widehat{P_2P_4}} = \begin{cases} = \dfrac{u_{13}}{u_{23}} : \dfrac{u_{14}}{u_{24}} \\ = \dfrac{v_{13}}{v_{23}} : \dfrac{v_{14}}{v_{24}} \\ = \dfrac{w_{13}}{w_{23}} : \dfrac{w_{14}}{w_{24}} \end{cases} \qquad (I)$$

dove

$$u_{mn} = \begin{vmatrix} k_m & l_m \\ k_n & l_n \end{vmatrix}, \quad v_{mn} = \begin{vmatrix} l_m & h_m \\ l_n & h_n \end{vmatrix}, \quad w_{mn} = \begin{vmatrix} h_m & k_m \\ h_n & k_n \end{vmatrix}$$

Se gli angoli fra le facce sono noti, e sono noti 3 dei simboli delle 4 facce, molto facilmente si determina colla formola di sopra il simbolo della 4ª faccia.

Se sono noti i simboli delle 4 facce e tre degli angoli fra le 4 facce, si determina il 4° angolo con la formola seguente, nella quale l'angolo da determinarsi è quello di $P_1$ con $P_3$

$$\operatorname{tg} (\widehat{P_1P_3} - \frac{1}{2} \widehat{P_1P_2}) = \operatorname{tg} \frac{1}{2} \widehat{P_1P_2} \cot (\varphi - 45^\circ) \qquad (II)$$

dove

$$\operatorname{tg} \varphi = M \frac{\operatorname{sen} \widehat{P_1P_4}}{\operatorname{sen} \widehat{P_2P_4}}$$

ed M è il valore razionale del doppio rapporto noto della formola (I).

Per ricavare la formola (I) proiettiamo le 4 faccie della zona e gli assi coordinati su d'una sfera che abbia il centro all'origine degli assi. — Siano $P_1$, $P_2$, $P_3$ e $P_4$, le proiezioni delle 4 facce, che giacciono sulla circonferenza d'uno stesso circolo massimo, ed X, Y, Z le proiezioni degli assi coordinati.

Congiungendo i punti $P_1$, $P_2$, $P_3$ col punto X per mezzo di archi di circoli massimi, si ha la relazione

$$(1) \qquad \cos P_2X \operatorname{sen} P_3P_1 + \cos P_1X \operatorname{sen} P_2P_3 + \cos P_3X \operatorname{sen} P_1P_2 = 0$$

e con essa, altre due che si formano cambiando successivamente X in Y e in Z.

Difatti, dai triangoli sferici $P_1P_2X$ e $P_3P_2X$ si hanno le due equazioni

$$\cos P_1X = \operatorname{sen} P_1P_2 \operatorname{sen} P_2X \cos P_1P_2X + \cos P_1P_2 \cos P_2X$$
$$\cos P_3X = \operatorname{sen} P_2P_3 \operatorname{sen} P_2X \cos P_3P_2X + \cos P_2P_3 \cos P_2X$$

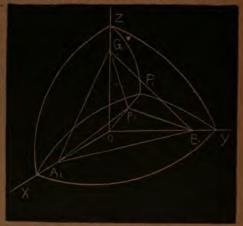
le quali sommate, dopo d'aver moltiplicata la prima per $\operatorname{sen} P_2P_3$, e la seconda per $\operatorname{sen} P_1P_2$, e tenendo conto che

$$\cos P_1P_2X = - \cos P_3P_2X$$

e che $\operatorname{sen} P_2P_3 \cos P_1P_2 + \cos P_2P_3 \operatorname{sen} P_1P_2 = - \operatorname{sen} P_3P_1$ dànno la (1).

Consideriamo d'altra parte la faccia $h_1k_1l_1$ rappresentata dalla $A_1B_1C_1$. Proiettiamo questa e gli assi coordinati su d'una sfera che abbia il centro all'origine degli assi, conduciamo i raggi che vanno a queste proiezioni $P_1$, X, Y e Z, ed uniamo il piede $p_1$ della perpendicolare abbassata sulla $A_1B_1C_1$ con $A_1$, $B_1$ e $C_1$. Evidentemente avremo

$$Op_1 = OA_1 \cos p_1 OA_1 = \\ = OB_1 \cos p_1 OB_1 = \\ = OC_1 \cos p_1 OC_1$$

Unendo con archi di circolo massimo il punto $P_1$ coi punti X, Y e Z la relazione di sopra può scriversi

$$Op_1 = OA_1 \cos P_1X = OB_1 \cos P_1Y = OC_1 \cos P_1Z$$

D'altra parte sappiamo che

$$OA_1 : OB_1 : OC_1 = \frac{a}{h_1} : \frac{b}{k_1} : \frac{c}{l_1}$$

e perciò, essendo $Q_1$ un fattore di proporzionalità,

$$\frac{Op_1}{Q_1} = \frac{a}{h_1} \cos P_1X = \frac{b}{k_1} \cos P_1Y = \frac{c}{l_1} \cos P_1Z$$

e quindi, facendo per brevità

$$\frac{Op_1}{Q_1} = F_1$$

avremo

$$\cos P_1X = F_1 \frac{h_1}{a}, \quad \cos P_1Y = F_1 \frac{k_1}{b}, \quad \cos P_1Z = F_1 \frac{l_1}{c}$$

valori che sostituiti nella (1), e nelle altre due, ove, come si è detto, ad X si sostituiscono rispettivamente Y e Z, dànno, tenendo conto degli indici

$$\begin{aligned} F_2h_2 \operatorname{sen} P_3P_1 + F_1h_1 \operatorname{sen} P_2P_3 + F_3h_3 \operatorname{sen} P_1P_2 = 0 \\ F_2k_2 \operatorname{sen} P_3P_1 + F_1k_1 \operatorname{sen} P_2P_3 + F_3k_3 \operatorname{sen} P_1P_2 = 0 \\ F_2 l_2 \operatorname{sen} P_3P_1 + F_1 l_1 \operatorname{sen} P_2P_3 + F_3 l_3 \operatorname{sen} P_1P_2 = 0 \end{aligned}$$

le quali equazioni, combinate a due a due ($2^a$ e $3^a$, $3^a$ e $1^a$, $1^a$ e $2^a$) dànno

$$(2) \qquad \operatorname{sen} P_3P_1 : \operatorname{sen} P_2P_3 : \operatorname{sen} P_1P_2 \left\{ \begin{aligned} &= u_{13} : u_{32} : u_{21} \\ &= v_{13} : v_{32} : v_{21} \\ &= w_{13} : w_{32} : w_{21} \end{aligned} \right.$$

Se ora consideriamo, allo stesso modo, i punti $P_1$, $P_2$ e $P_4$, otterremo, cambiando in (2) l'indice 3 in 4, l'altra relazione

$$(2') \qquad \operatorname{sen} P_4P_1 : \operatorname{sen} P_2P_4 : \operatorname{sen} P_1P_2 \left\{ \begin{aligned} &= u_{14} : u_{42} : u_{21} \\ &= v_{14} : v_{42} : v_{21} \\ &= w_{14} : w_{42} : w_{21} \end{aligned} \right.$$

Combinando [1] le (2) e (2') si ottiene la (1). Tale relazione

---

[1] La (2) della forma $a_1 : b_1 : c = m_1 : n_1 : p$ si può scrivere $\frac{a_1}{b_1} : c = \frac{m_1}{n_1} : p$ $(2_1)$

» (2') » » $a_2 : b_2 : c = m_2 : n_2 : p$ » » $\frac{a_2}{b_2} : c = \frac{m_2}{n_2} : p$ $(2'_1)$

Dalle $(2_1)$ e $(2'_1)$ si ha subito

$$\frac{a_1}{b_1} : \frac{a_2}{b_2} : \frac{m_1}{n_1} : \frac{m_2}{n_2}$$

dimostra che 4 piani in zona dànno tale doppio rapporto razionale se essi sono facce cristallografiche, ma non ammette la reciproca, cioè che 4 piani in zona i cui angoli dànno la relazione milleriana razionale siano facce cristallografiche. Per convincersi basta condurre per l'intersezione di due piani qualunque $P_1P_3$ formanti l'angolo $\alpha$, altri due piani uno $P_2$ che biseca l'angolo dei primi due e l'altro $P_4$ perpendicolare a quest'ultimo. In tal caso

$$\widehat{P_1P_3} = \alpha \quad \widehat{P_2P_3} = \frac{1}{2}\alpha \quad \widehat{P_1P_4} = 90 + \frac{1}{2}\alpha, \quad \widehat{P_2P_4} = 90$$

e

$$\frac{\operatorname{sen}\widehat{P_1P_3}}{\operatorname{sen}\widehat{P_2P_3}} : \frac{\operatorname{sen}\widehat{P_1P_4}}{\operatorname{sen}\widehat{P_2P_4}} = \frac{\operatorname{sen}\alpha}{\operatorname{sen}\frac{1}{2}\alpha} : \frac{\cos\frac{1}{2}\alpha}{1}$$ espressione indipendente da $\alpha$ (sostituendo a $\operatorname{sen}\alpha$ il suo valore di $2\operatorname{sen}\frac{1}{2}\alpha\cos\frac{1}{2}\alpha$) e sempre razionale.

La relazione milleriana dicesi anche, per analogia con quello della punteggiata incontrata da un fascio di raggi, rapporto anarmonico razionale di 4 facce in zona.

## *Applicazione della relazione milleriana*

1.°

Determinare il simbolo d'una faccia noti i tre altri delle tre facce in zona e noti gli angoli fra le quattro facce.

Sia $P_1 = 210$ $P_2 = 311$ $P_4 = 101$ e sia ignota $P_3 = hkl$.
Siano $P_1P_2 = 19°.17'.11''$ $P_2P_3 = 9°.16'.28''$ $P_3P_4 = 22°.12'.28''$

Quindi $P_1P_3 = 28°.33'.39''$
$P_1P_4 = 50°.46'.\ 7''$
$P_2P_4 = 31°.28'.56''$

e $u_{14} = 1$ $v_{14} = -2$ $w_{14} = -1$
$w_{24} = 1$ $v_{24} = -2$ $w_{24} = -1$ perciò $\frac{u_{14}}{u_{24}} : \frac{v_{14}}{v_{24}} : \frac{w_{14}}{w_{24}} = 1$

Calcolo di M.

$$\begin{array}{rl} + \log \text{sen}\, P_1P_3 = & 9,6795111 \\ - \quad \text{»} \quad \text{sen}\, P_2P_3 = & -\ 9,2072673 \\ \hline \text{somma} = & 0,4722438 \\ + \log \text{sen}\, P_2P_4 = & 9,7178651 \\ \hline \text{somma} = & 0,1901089 \\ - \log \text{sen}\, P_1P_4 = & -\ 9,8890764 \\ \hline \text{somma} = & 0,3010325 = \text{circa} \log 2 = \text{circa} \log M \end{array}$$

Calcolo di $u_{13}$, $v_{13}$, $w_{13}$ e $u_{23}$, $v_{23}$, $w_{23}$

$$u_{13} = l \qquad v_{13} = -2l \qquad w_{13} = 2k - h$$

$$u_{23} = l - h \qquad v_{23} = h - 3l \qquad w_{23} = 3k - h$$

Quindi

$$\frac{l}{l-h} = \frac{-2l}{h-3l} = \frac{2k-h}{3k-h} = 2, \text{ ossia } h:k:l = 4:1:2 \text{ e } P_3 = 412$$

2°

Determinare l'angolo fra due poli dati i simboli di essi e di altri due della stessa zona, nonchè gli angoli fra questi due ultimi.

Sia $\quad P_1 = 210 \quad P_2 = 311 \quad P_3 = 412 \quad P_4 = 101$

$$P_1P_2 = 19°.17'.11' \qquad P_2P_4 = 31°.28'.56''$$

Quindi

$$M = 2 \qquad P_1P_4 = 50°.46'.7''$$

Calcolo di $P_1P_3$

$$\begin{array}{rlrl} \log M = & \log 2 & = & 0.3010300 \\ + \log \text{sen}\, P_1P_4 = & \log \text{sen}\, 50°.46'\,7'' & = & 9,8890764 \\ \hline & & \text{somma} = & 0,1901064 \\ - \log \text{sen}\, P_2P_4 = & - \log \text{sen}\, 31°.28'.56'' & = & -9,7178651 \\ \hline & & \log \text{tang}\, \varphi = & 0,4722413 = \lg \text{tg}\, 71°.22'.16'' \end{array}$$

$$\varphi - 45° = 26°.22'.16''$$

$$+\log \quad \text{tang} \frac{1}{2} P_1P_2 \ = \log \quad \text{tang}\, 9^{\circ}.38'\,35''.5 = 9{,}2302263$$

$$+\log \text{cotang}\, (\gamma - 45^{\circ}) = \log \text{cotang}\, 26^{\circ}.22'.16'' = 0{,}3047145$$

$$\log \text{tang}\, (P_1P_3 - \frac{1}{2} P_1P_2) = 9{,}5349408 =$$

$$= \log \text{tang}\, 18^{\circ}.55'3''.6$$

Per cui $P_1P_3 = 28^{\circ}.33'.39''.1$

II.

**Dimostrazione della possibilità nei cristalli di assi senari, quaternari, ternari e binari.**

Se tracciamo i poligoni stellati dello stesso numero di lati ($n$) del poligono regolare (convesso) che è base d'una piramide retta, e uniamo i vertici di tali poligoni stellati col vertice della piramide primitiva (convessa) formiamo tante piramidi concave a base di poligono stellato quanti sono i poligoni stellati tracciati. È evidente che ogni faccia di queste piramidi concave ha due spigoli comuni con due della piramide convessa e se poniamo per ipotesi che le facce laterali di questa siano facce cristallografiche, saranno necessariamente facce possibili quelle delle piramidi concave. Gli spigoli laterali di queste piramidi concave o coincidono, come abbiamo detto, con quelli della piramide convessa e sono spigoli cristallografici reali, o sono intersezioni di facce di piramidi concave e sono spigoli possibili.

L'asse di queste piramidi concave coincide con l'asse della piramide convessa ed è asse di simmetria *naria* del sistema [1].

I piani che passano per quest'asse e per le diagonali principali dei poligoni stellati, ovverosia per le diagonali principali del sistema, passano altresì per più vertici del sistema suddetto di poligoni e perciò per più spigoli del sistema di piramidi, e sono quindi facce possibili.

---

[1] Dicesi asse di simmetria *naria* la retta attorno alla quale fatto rotare il sistema di un multiplo intero qualunque di

$$\frac{360^{\circ}}{n}$$

il sistema così rotato coincide col primitivo.

L'asse di una piramide retta a base di $n$-gono regolare, è asse di simmetria *naria*.

Tali piani, paralleli all'asse delle piramidi, che è intersezione comune di essi, formano una zona di facce ognuna formante con la successiva un angolo ([1]) di

$$\frac{360^\circ}{2n} - \frac{1}{2}\ ?$$

---

([1]) Tracciamo qui accanto due sistemi di poligoni stellati ad 8 ed a 9 lati, nonchè i 2 poligoni convessi che formano ciascuno con ciascun sistema di poligoni stellati un sistema completo di poligoni regolari rispettivamente ad 8 ed a 9, lati e richiamiamo dalla geometria alcune nozioni su tali sistemi, nozioni che risultano evidenti dalla ispezione delle figure tracciate.

Intanto è facile vedere che i poligoni stellati sono poligoni intrecciati chiusi. L arco sotteso da ogni lato di essi sulla circonferenza circoscritta al sistema è perciò commensurabile coll' intera circonferenza. Se tale arco è un sottomultiplo intero della circonferenza, allora è possibile il poligono convesso, altrimenti in sua vece vi sarà un poligono intrecciato chiuso. Se i lati sono 8. non è possibile tracciare che un solo poligono stellato e cioè quello che ha i vertici nei punti 1, 4, 7, 2, 5, 8, 3, 6.

Se i lati sono 9, sono possibili due poligoni stellati, uno che ha i vertici nei punti 1, 3, 5, 7, 9, 2, 4, 6, 8, e l' altro nei punti 1, 5, 9, 4, 8, 3, 7, 2, 6. Ed in generale, la geometria insegna, che si possono tracciare tanti poligoni stellati diversi, quanti sono i numeri primi con n

da 1 a $\frac{n-2}{2}$ se n è pari e

da 1 a $\frac{n-1}{2}$ se n è impari.

Da queste formole si deduce,

Proiettati l'uno di seguito all'altro sopra una sfera il cui centro coincida col centro del sistema dei poligoni, le loro proiezioni andranno a coincidere con i poli successivi $P_1$, $P_2$, $P_3$, $P_4$, $P_5$.... posti su d'uno stesso circolo massimo (nel piano dei poligoni) e formanti gli angoli

$$P_1P_2 = P_2P_3 = P_3P_4 = P_4P_5 = \ldots = \frac{1}{2}\varphi$$

Ma per $P_1$, $P_2$, $P_3$, $P_4$ deve sussistere la relazione milleriana

$$\frac{\text{sen}\, P_1P_3}{\text{sen}\, P_2P_3} : \frac{\text{sen}\, P_1P_4}{\text{sen}\, P_2P_4} = M$$

ove M è un numero razionale; per cui sostituendo in detta relazione i valori angolari di $\varphi$
e cioè

$$P_1P_3 = P_2P_4 = \varphi \qquad P_1P_4 = \varphi + \frac{1}{2}\varphi$$

---

ciò che si verifica facilmente per i primi poligoni della serie, che soltanto i poligoni a 6, 4 e 3 lati non dànno poligoni stellati.

I vertici tutti del sistema stanno su $n$ rette (se $n$ è il numero dei lati d'ogni poligono) passanti per il centro del sistema (centro di simmetria se $n$ è pari) che sono alternativamente bisettrici degli angoli del poligono convesso e dei lati di esso, se $n$ è pari; oppure nel tempo stesso bisettrici ciascuna di un angolo del poligono convesso e del lato opposto di esso, se $n$ è impari.

Queste $n$ rette chiamiamo diagonali principali dei poligoni stellati o del sistema: ognuna alternativamente va da un vertice saliente all'opposto saliente e da un vertice rientrante all'opposto rientrante più lontani dal centro, se $n$ è pari; oppure ognuna va da un vertice saliente ad uno rientrante opposto più lontani dal centro se $n$ è impari.

Tali diagonali principali convenientemente prolungate dividono la circonferenza del circolo circoscritto al sistema in 2 $n$ parti eguali ognuna perciò di

$$\frac{360^\circ}{2n}$$

Segue da ciò che l'angolo formato da ognuna di tali diagonali principali con la successiva è di

$$\frac{360^\circ}{2n}$$

si ha [1]

$$\frac{\operatorname{sen}\varphi}{\operatorname{sen}\frac{1}{2}\varphi} : \frac{\operatorname{sen}(\varphi+\frac{1}{2}\varphi)}{\operatorname{sen}\varphi} = \frac{\cos\varphi}{\cos\varphi+\frac{1}{2}} + \frac{1}{\cos\varphi+\frac{1}{2}} = M$$

Espressione che non può essere soddisfatta che per i valori razionali di $\cos\varphi$, e cioè per

$$\cos\varphi = 1 \quad \cos\varphi = \frac{1}{2} \quad \cos\varphi = 0 \quad \cos\varphi = -\frac{1}{2} \quad \cos\varphi = -1$$

pei quali corrispondono gli angoli rispettivamente

$$\varphi = 0 \quad \varphi = 60^\circ \quad \varphi = 90^\circ \quad \varphi = 120^\circ \quad \varphi = 180^\circ$$

Trascurando il valore $\varphi = 0$, poichè tale valore di $\varphi$ significa che non vi è asse di rotazione ed il poligono base divie-

---

(1)

$$\frac{\operatorname{sen}\varphi}{\operatorname{sen}\frac{1}{2}\varphi} : \frac{\operatorname{sen}(\varphi+\frac{1}{2}\varphi)}{\operatorname{sen}\varphi} = \frac{\operatorname{sen}^2\varphi}{\operatorname{sen}\frac{1}{2}\varphi . \operatorname{sen}(\varphi+\frac{1}{2}\varphi)} = M$$

Ma dalla trigonometria si ha

$$\operatorname{sen}\alpha \operatorname{sen}\beta = \frac{1}{2}(\cos(\alpha-\beta) - \cos(\alpha+\beta))$$

quindi facendo $\alpha = \varphi + \frac{1}{2}\varphi$ e $\beta = \frac{1}{2}\varphi$

e tenendo conto che

$$\cos 2\varphi = \cos^2\varphi - \operatorname{sen}^2\varphi$$

e

$$\operatorname{sen}^2\varphi = (1+\cos\varphi)(1-\cos\varphi)$$

si ha

$$\frac{1+\cos\varphi}{\frac{1}{2}(1+2\cos\varphi)} = M$$

ovvero

$$\frac{\cos\varphi}{\cos\varphi+\frac{1}{2}} + \frac{1}{\cos\varphi+\frac{1}{2}} = M$$

ne un circolo, il che non soddisfa all'ipotesi, si hanno per gli altri valori di $\varphi$ i corrispondenti valori di $n$, e cioè

$$n = 6 \quad n = 4 \quad n = 3 \quad n = 2$$

Per i tre primi valori di $n$ si hanno piramidi rette a base rispettivamente di esagono regolare, di quadrato e di triangolo regolare, e gli assi di tali piramidi sono rispettivamente di simmetria senaria, quaternaria e ternaria; e per il quarto valore di $n$ si ha un diedro con lo spigolo normale all'asse di simmetria binaria, che è bisettrice dell'angolo piano che misura il diedro. Una piramide retta a base di rombo offre un esempio. Il suo asse è di simmetria binaria. Tale piramide è difatti la unione di due diedri eguali a spigoli perpendicolari all'asse binario e paralleli ai lati del rombo-base.

Questa dimostrazione (che non ammette la reciproca, per cui la legge di razionalità è necessaria, ma non sufficiente per l'esistenza di assi di simmetria senaria, quaternaria, ternaria e binaria) si fonda sulle proprietà dei poligoni stellati, i quali formano un sistema coi poligoni regolari annessi di egual numero di lati.

È superfluo osservare che i dodecagoni e gli ottagoni equilateri della cristallografia (ad angoli ai vertici alternativamente eguali) non essendo poligoni regolari, non ammettono la coesistenza de' poligoni stellati od anche, come è d'altronde evidente, di assi di simmetria dodecanari ed ottonari. È interessante invece notare che le piramidi cristallografiche (a base di esagono, quadrilatero e triangolo regolari) non ammettono (e sono, fra tutte le piramidi a base regolare, le sole che non l'ammettono) poligoni stellati che formano con esse un sistema. Segue da ciò che nessuna piramide concava a base di poligono stellato può sussistere in cristallografia.

Però siccome si potrebbe obbiettare che questa dimostrazione, se esclude l'esistenza di assi quinari e di assi superiori al senario, non è troppo convincente riguardo alla esistenza di assi senari, quaternari, ternari e binari, perchè si fonda sulle proprietà dei poligoni stellati, i quali come abbiamo visto, non vi sono a 6, 4 e 3 lati, così dimostreremo che gli assi senario,

quaternario, ternario delle rispettive piramidi esagona, tetragona e trigona, sono spigoli possibili (il che è evidente per le prime due piramidi); che i piani di simmetria di dette piramidi, sono facce possibili e che perpendicolare a ciascun asse di simmetria vi è una faccia possibile. Facilmente poi dimostreremo che l'asse binario è spigolo possibile e che il piano ad esso perpendicolare è faccia possibile.

Per le piramidi a base quadrata e di esagono regolare, la dimostrazione è per sè evidente. L'asse di tali piramidi è intersezione dei piani che passano ciascuno per due spigoli opposti delle piramidi e quindi, essendo tali piani facce possibili, esso è spigolo possibile. Inoltre le facce delle piramidi a due a due opposte s'intersecano secondo spigoli possibili perpendicolari all'asse, e i piani che passano per essi e per l'asse sono perciò facce possibili e sono piani di simmetria come lo sono altresì gli altri sopradetti che s'intersecano secondo l'asse. Questi spigoli possibili perpendicolari all'asse nel vertice sono in un piano parallelo alla base quindi la base è faccia possibile.

In quanto all'asse ternario è necessaria la supposizione che esso sia altresì di un'altra piramide eguale cristallografica ([1]). I due triangoli di base nella figura qui accanto dimostrano bene, con la

([1]) In cristallografia vi sono le due piramidi trigone che sono formate dalle facce terminali di due romboedri eguali di 3° ordine. Vi sono le due formate da romboedri diretti ed inversi corrispondenti; ma la coesistenza di questi fa passare la simmetria da ternaria a senaria.

Vi sono due piramidi tetragone di 3° ordine eguali; le due piramidi tetragone eguali di 1° e 2° ordine non possono, come si sa, coe-

semplice ispezione che l'asse è spigolo possibile, e che i piani di simmetria sono facce possibili. Difatti, l'asse è intersezione delle facce possibili le cui tracce sono a tratto punteggiato, e i piani di simmetria (a tratto e punto) sono facce possibili, perchè passano ciascuno per l'asse e per uno spigolo della piramide trigona.

Il poligono formato dalle 6 corde più piccole, alternativamente eguali ed oppostamente parallele, è base di una piramide esagona che ha il vertice comune con le piramidi trigone ed è necessariamente piramide di facce possibili. Le intersezioni di ogni due facce opposte di questa piramide generano tre spigoli possibili perpendicolari all'asse nel vertice e stanno perciò in un piano parallelo alla base, la quale è perciò faccia possibile.

In quanto all'asse binario è anche qui necessaria la supposizione della coesistenza di due diedri che abbiano comune l'asse binario.

Condotti i piani paralleli a quelli dei due diedri per un punto dell'asse, essi formeranno una piramide retta a base di parallelogrammo, il cui centro di simmetria, è il piede dell'asse binario.

Condotti per le due coppie di spigoli opposti, i piani che sono perciò facce possibili, esse s'intersecano secondo l'asse binario, che è quindi spigolo possibile. Prolungate le 4 facce al di là del vertice, esse generano 2 rette perpendicolari all'asse nel vertice che sono spigoli possibili e determinano un piano parallelo alla base che è perciò faccia possibile.

*Padova, 31 Dicembre 1897.*

---

sistere, perchè in tal caso si avrebbe per base un ottagono regolare e la corrispondente piramide a base di ottagono regolare, il cui asse è di simmetria ottonaria, già escluso con la precedente dimostrazione.

Vi sono due piramidi a base di esagono regolare di 3° ordine eguali; le due piramidi di 1° e di 2° ordine (ovvero assiale e primaria) eguali non possono coesistere, perchè la simmetria passerebbe da esagonale a dodecanaria, il che è stato dimostrato impossibile.

Vi sono sempre due diedri a spigoli non paralleli e i cui angoli sono bisecati da uno stesso asse, perchè un solo diedro e la base normale all'asse non chiudono lo spazio.

## Nota sulla proiezione degli assi romboedrici ed esagonali. — Dott. Edoardo Billows.

Nel *Trattato di Mineralogia* del Prof. Panebianco Vol. I. nelle pagine 39 a 45, trovasi esposto un metodo di costruzione degli assi romboedrici ed esagonali dei cristalli secondo la proiezione parallela di Haidinger. Sembrandomi che non sia abbastanza facile, specialmente pei principianti, entrare bene addentro nello spirito di tale metodo, ho creduto opportuno di applicare il metodo generale partendo dalla costruzione degli assi ortogonali eguali all'unità proiettati secondo l' Haidinger.

Le effigie dei cristalli in tal modo eseguite non risulteranno naturalmente più tracciate in modo da soddisfare alla condizione che i prismi (1010) dei cristalli esagonali e (110) dei cristalli romboedrici abbiano gli spigoli e l'asse verticali equidistanti fra loro.

Il metodo di costruzione che qui sotto vengo ad esporre, oltre che essere più semplice dal punto di vista della didattica, e quindi più chiaro per gli studenti, non è scevro, a mio parere, di utilità pratica per gli studi cristallografici.

Per la costruzione degli assi esagonali il procedimento è il seguente:

Siano (fig. 1ª) $A_1A_1'$, BB', CC' le proiezioni degli assi ortogonali eguali all'unità tracciate secondo il metodo di Haidinger [1]. S' innalzi da O la perpendicolare OS alla retta $A_1A_1'$, e fatto centro in $A_1$, con raggio eguale ad $A_1A_1'$ si conduca da $A_1'$ un arco di cerchio, il quale intersecherà la OS nel punto T. Scelto sulla retta $A_1T$ un punto $q$ tale che sia $A_1q = OA_1$ e condotta da $q$ la parallela alla $A_1O$, questa intersecherà in $p$ la OT. Indi, fatto centro in O e con raggio $Op$ si conduca un arco di cerchio che intersecherà $OA_1$ nel punto P. Da P si conduca la parallela alla BB', e su questa dalla stessa banda di $A_1O$ nella quale si trova

[1] Vedi Haidinger — *Handbuch der bestimmenden Mineralogie*, pag. 61, ed anche R. Panebianco — *Trattato di Mineralogia*, Vol. 1° pag. 38.

il segmento OB′ si determini un punto A tale che il segmento AP sia eguale alla metà del segmento OB′. Unendo A con O, e prolungando la retta AO al di là di O fino a un punto A′ tale

Fig. 1

che sia OA′ = OA si ha l'asse AA′. Quindi le proiezioni cercate degli assi esagonali eguali all'unità sono AA′, BB′ e CC′.

Difatti OA è il raggio eguale ad 1 di un circolo che ha centro in O e sta nel piano OAB, e forma con le direzioni OB e $OA_1$ rispettivamente gli angoli di 120° e di 30°. Ciò è facile a vedersi, essendo, per costruzione,

$$AP = \frac{1}{2} OB' = - \frac{1}{2} OB$$

ma OB = — OB′ = 1, quindi

$$AP = - \frac{1}{2},$$

cioè il segmento AP rappresenta il valore del coseno di un angolo di 120°, che OA forma con OB.

D'altra parte OP = $Op$ = $\frac{1}{2}$ OT per costruzione, e OT essendo anche per costruzione uno dei cateti di un triangolo ret-

tangolo di cui l'altro cateto è uguale ad $OA_1$ e l'ipotenusa è uguale a $2OA_1$, si ha $OT = OA_1 \sqrt{3}$ e quindi, poichè $OA_1 = 1$,

$$OP = \frac{1}{2} \sqrt{3}$$

cioè OP rappresenta il valore del seno di un angolo di 120°, che OA forma con OB.

Dopo di ciò, per tracciare le proiezioni degli assi di una determinata specie cristallografica di costante nota $c$, si riduce OC nel rapporto $1 : c$, il che si eseguisce praticamente, misurando in unità di mezzi millimetri OC, moltiplicando il numero di tali unità per il numero che rappresenta $c$, approssimato ai centesimi, e portando da O verso C un segmento $OC_1$ misurato dagli interi del suddetto prodotto, ed un segmento $OC'_1$ eguale ad $OC_1$ da O verso $C'$.

Per procedere ora alla costruzione delle proiezioni degli

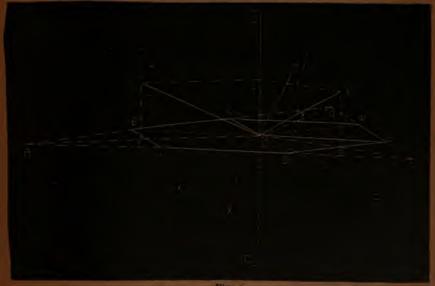



Fig. 2.

assi romboedrici, si supponga che siano date le proiezioni degli assi esagonali eguali all'unità e l'angolo A fra gli spigoli terminali del romboedro, i quali sono gli assi romboedrici eguali

all' unità da proiettare, si costruisca la proiezione dell' esagono AD' BA' DB' (conducendo anche la terza diagonale DD) e si prolunghino i tre lati alternanti AD', BA', DB' dell'esagono. Si uniscano i punti d' incontro P, Q, R con l'origine O, e le tre direzioni OP, OQ, OR rappresentano le direzioni delle proiezioni sul piano dell'esagono dei tre assi romboedrici (fig. 2ª).

Ora è facile vedere che tali segmenti OP, OQ, OR, essendo ciascuna la maggiore diagonale di un rombo di angolo acuto eguale a 60° e di lati eguali all' unità, stanno a questi come

$$\sqrt{3} : 1$$

Per trovare le unità di lunghezza di tali segmenti si portino questi in altro luogo sopra una retta OS nella stessa direzione e con un estremo in O, e siano OQ, OP e OR i tre segmenti (fig. 3ª). S' innalzi in O alla OS la perpendicolare OT e, scelto su questa un punto M arbitrario come centro, con un raggio eguale a 2OM, s' intersechi OS in N con un arco di cerchio, e si conduca il raggio MN. Si vede facilmente che

$$OM : ON = 1 : \sqrt{3}.$$

Ciò posto, si conducano per i punti P, Q, R le parallele ad MN fino all' incontro della OT nei punti $M_p$, $M_q$, $M_r$ ed è fa-

Fig. 3.

cile vedere che

$$OM : ON = OM_p : OP = OM_q : OQ = OM_r : OR$$

ma il primo rapporto è uguale al rapporto $1 : \sqrt{3}$ quindi $OM_p$

$OM_q$, $OM_r$ sono le unità cercate corrispondenti rispettivamente alle lunghezze OP, OQ, OR della fig. 2ª.

Si riducano poscia queste unità nel rapporto

$$1 : \text{sen}\, \rho \; (^1)$$

e siano nella fig. 3ª, Ox, Oy e Oz queste unità così ridotte. Si riduca egualmente l'asse esagonale OC nel rapporto

$$1 : \cos \rho$$

e sia OS (fig. 2ª) questa lunghezza, così ridotta.
Si portino nella fig. 2ª a partire da O e nelle direzioni OP, OQ, OR e OC rispettivamente i segmenti Ox, Oy, Oz e OS e si costruiscano tre parallelogrammi sul segmento comune OS e rispettivamente sui segmenti Ox, Oy, Oz come lati. I vertici X, Y, Z opposti ad O in tali parallelogrammi sono allora le proiezioni costruite delle estremità degli assi romboedrici positivi cercati eguali all'unità. Uniti X, Y e Z con O e prolungati i segmenti OX, OY e OZ al di là di O di lunghezze rispettivamente eguali OX' OY' e OZ' si hanno le proiezioni degli assi completi.

*Gabinetto di Mineralogia dell'Università di Padova*
*Febbraio 1898.*

(¹) Dal triangolo sferico XYZ è facile vedere, condotti i piani bisettori XT, YT e ZT degli angoli in X, Y e Z, che

$$XT = YT = ZT = \rho$$

e che $\text{sen}\, \rho = \dfrac{\text{sen XV}}{\text{sen } 60^\circ} = \dfrac{\text{sen } \frac{1}{2} \text{XY}}{\text{sen } 60^\circ} = \dfrac{\text{sen } \frac{1}{2} \text{A}}{\frac{1}{2}\sqrt{3}}$;

$\cos \rho$ si trova nelle tavole delle funzioni trigonometriche, dato il valore di $\text{sen}\, \rho$.

**Sulla riproduzione del diamante** (1), di Q. **Majorana.**

Dal giorno in cui si conobbe che il diamante non è altra sostanza che carbonio puro, molti fecero tentativi per la riproduzione di quella gemma. Ma quasi tutti i metodi seguiti non diedero risultati sicuri. Anzi il Moissan ha fatto vedere che le esperienze di J. N. Gannal, Despretz, Lionnet, Hannay, erano state interpretate non giustamente dai loro autori; con esse dunque non è da ritenersi che si possa riprodurre il diamante. Il metodo di Moissan è il solo che permetta di ottenere la trasformazione del carbone, o della grafite, in diamante. Le sue esperienze son troppo note, perchè io ne parli qui; ma ricorderò solo che in sostanza il metodo di Moissan consiste nell'esercitare una forte pressione e un forte riscaldamento su di un pezzo di carbone. Ecco come può spiegarsi che così operando avvenga la suaccennata trasformazione. Le varietà di carbonio amorfo hanno tutte una densità che è inferiore a 2. La grafite invece ha una densità di 2,5; il diamante di 3,5. Ora si sa che un forte riscaldamento genera in un pezzo di carbonio amorfo un rammollimento. Questo fatto noto per le antiche esperienze di Despretz, può essere facilmente dimostrato arroventando, mediante una corrente elettrica di grande intensità, una di quelle verghe di carbone che servono per le lampade ad arco. Quando la verga è portata al bianco abbagliante, può essere piegata se sottoposta ad un piccolo sforzo flettente. Sicchè si deve ammettere che le temperature che si possono ottenere artificialmente, benchè non sieno capaci di liquefare il carbonio, lo pongono in uno stato di plasticità, o di libertà molecolare abbastanza sensibile. Ora non credo che sia troppo ardito ammettere, che appunto in conseguenza di questa plasticità, si possa presumere che una forte pressione esercitata sulla massa possa far passare il carbonio dalla densità di 2 a quella di 3,5, e quindi generare del diamante. La verifica sperimentale di questa previsione è stata data dal Moissan; ma il metodo di questi, benchè inge-

(1) Lavoro eseguito nell' Istituto fisico dell'Università di Roma.

gnosissimo, lascia il dubbio che il fatto della solubilità del carbonio nel metallo che vien sottoposto a raffreddamento, sia essenziale.

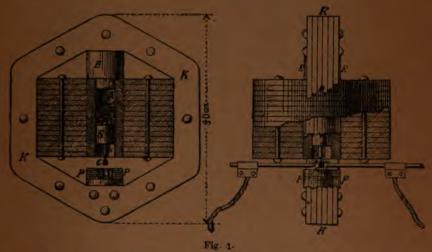
Io mi son proposto quindi di ricercare un metodo più diretto di trasformazione, il quale avesse in comune con quello di Moissan il principio di sottoporre il carbonio da trasformare, ad altissime temperature e pressioni.

Non è facile immaginare un sistema per cui il riscaldamento e la pressione vengano esercitate contemporaneamente: occorre dunque far precedere il riscaldamento, e indi, prima ancora che la particella di carbonio si sia sensibilmente raffreddata, comprimerla fortemente.

La sorgente di calore da me adottata è stata l'arco elettrico; il mezzo di compressione mi è stato fornito da esplodenti.

Senza descrivere vari tentativi infruttuosi, che furono tutti guidati dai principî suesposti, dirò ora brevemente della disposizione adottata.

L'apparecchio di riscaldamento, e successiva compressione è indicato nella fig. 1. Il vano cilindrico A è fornito di uno stan-

Fig. 1.

tuffo S che può scorrere dalla posizione segnata in figura, verso il basso. La parte superiore di quel vano è fornita di una chiusura ermetica E in ferro.

Questa cavità cilindrica, che costituisce la camera di accensione dell'esplodente è stata ricavata in un pezzo cilindrico di acciaio non temperato che è rinforzato da anelli di ferro posti l'uno sull'altro e dello spessore di un centimetro ciascuno. Questi anelli, in numero di 15, ricavati da lamiere di ferro, sono fissati insieme da bulloni di cui due si scorgono nel disegno. Una staffa esagonale K, costituita anch'essa da lamiere di ferro bullonate insieme, abbraccia tutto il sistema.

Lo stantuffo S porta un'appendice cilindrica di acciaio temperato di un centimetro di diametro, a cui è incastrato un pezzo di carbone C, del peso di due grammi circa. Immediatamente al disotto di C, si trova un pezzo metallico fornito di una breve cavità centrale, capace di ricevere il pezzo C, quando lo stantuffo S si abbassa. Anche il pezzo P è fornito di anelli di rinforzo. È dunque scopo delle staffe K di resistere contro gli urti che ricevono il pezzo di chiusura E, e l'altro P.

L'apparecchio è stato calcolato per resistere ad una pressione di circa 5000 atmosfere. Esso in tutte le esperienze eseguite ha funzionato assai bene, senza subire deformazione alcuna.

Dall'esame della figura risulta che l'appendice di acciaio che porta il carbone C, ha una sezione assai più piccola di quella del cilindro S. Esso deve dunque resistere, quando venga a contrasto col pezzo P, ad uno sforzo unitario ben superiore di quello dello stantuffo S. Quello sforzo, se realmente nelle camere di accensione A si sviluppano 5000 atmosfere, è di circa 50 tonnellate per centimetro quadrato.

Ora, benchè quel pezzo di acciaio venga scelto di ottima qualità, pure un tal carico è veramente esuberante; e tanto più ciò è vero, in quanto che esso deve resistere all'urto dinamico, prodotto dalla breve corsa dello stantuffo S.

Ma è ad avvertire che una deformazione dell'appendice dello stantuffo S non ha nessuna conseguenza pericolosa, ed essa in ogni modo non può essere molto grande, perchè buona parte di quell'appendice va ad incastrarsi nella cavità del pezzo P. Noto poi che la bullonatura della staffa K, nella parte sottostante al pezzo P, deve essere fatta con più abbondanza e accuratezza, che in tutto il resto, se si vuole che in quel luogo lavorino realmente tutte e sei le lamiere della staffa.

Il pezzo di carbone C viene riscaldato mediante un doppio

arco elettrico, come può scorgersi nella parte di destra della figura; anzi esso forma da conduttore centrale, necessario per la formazione di questi due archi.

Infine l'accensione dell'esplodente nell'interno della camera A si ottiene mediante un filo di platino arroventato da una corrente elettrica e che non è indicato in figura.

Riflettendo alla eccessiva sollecitazione delle varie parti metalliche dell'apparecchio, sono stato indotto ad adottare il tipo di costruzione a pezzi multipli che è stato indicato. Esperienze eseguite con apparecchi formati con pezzi massicci, hanno avuto cattivo risultato, producendo sia la deformazione, sia ancora la rottura o lo scoppio di tutto l'apparecchio.

Dirò ora delle esperienze eseguite. Occorreva procedere anzitutto alla scelta del carbone C. E sarebbe stato desiderabile che esso fosse stato costituito da puro carbone di zuccaro. Ma non sono riuscito, almeno per ora, ad ottenerlo abbastanza compatto.

Tutti i pezzetti preparati, sottoposti all'azione dell'arco elettrico bruciavano immediatamente. Ho dovuto dunque rassegnarmi ad adoperare dei pezzi di carbone ricavato dai bastoncini che si adoperano per le lampade ad arco. Essi presentano l'inconveniente di possedere delle impurezze; ma ciò non impedisce il buon risultato delle esperienze.

Ho adoperato come esplodente, la polvere da sparo, a grana piuttosto fina, nella quantità di 70 grammi per ogni esperienza. È da avvertire che malgrado lo stantuffo S e il pezzo di chiusura fossero lavorati a tenuta perfetta sul cilindro A, pure la veemenza di ogni esplosione era tale, che i prodotti gazzosi trovano in parte modo di sfuggire al di fuori della camera di accensione. Con ciò la levigatezza delle pareti del cilindro e dello stantuffo veniva fortemente danneggiato, e per ogni esperienza occorreva riporre al tornio il cilindro A e rinnovare i pezzi S ed E.

Ecco ora come si procedeva. Una corrente di 100 volt e 25 ampére si inviava nei due carboni che si vedono nel disegno di destra; i due archi voltaici che così venivano a formarsi a destra e a sinistra del pezzetto di carbone C, portavano questo alla temperatura di tre o quattromila gradi. Quindici o venti secondi dopo, mentre che gli archi elettrici erano ancora accesi,

mediante un contatto elettrico si incendiava la polvere contenuta nella cavità A. Se tutte le parti dell'apparecchio erano in regola, una piccola detonazione dovuta ai gas sfuggenti nell'atmosfera libera accompagnava l'esplosione, e il carbone C, dalla sede dei due archi voltaici, veniva repentinamente spinto e compresso dentro la cavità del pezzo P. Questo pezzo in conseguenza dell'urto si scaldava notevolmente, e spesso avveniva che esso in conseguenza forse della sua cattiva costruzione si rompesse in quattro o cinque parti, le quali con violenza venivano scagliate a parecchi metri dall'apparecchio.

Se l'esperienza era invece proceduta regolarmente, l'appendice del cilindro S restava fortemente incastrato dentro il pezzo P; ed era malagevole smontare l'apparecchio in conseguenza dello sforzo che i pezzi E e P continuavano ad esercitare contro la staffa K, anche dopo che tutto il sistema si fosse raffreddato.

Smontato l'apparecchio era poi, in ogni modo impossibile, riacquistare il carbone C senza forare o segare tutto il pezzo P. Procedendo a questa operazione si osserva che l'ammasso carbonioso così ottenuto era più compatto di quello che costituiva il carbone C. Questo dunque aveva dovuto, sotto l'azione dell'urto sgretolarsi in minutissimi frantumi, e questi alla lor volta si erano dovuti saldare nuovamente l'uno sull'altro in guisa da riempire la parte bassa della cavità di P. Ma una prova più sicura del diverso stato di agglomerazione del carbone così trattato, si aveva determinandone il peso specifico. Mentre prima dell'esperienza esso aveva una densità di 1,52, dopo ne possedeva una di 2,28 [1]. Questa densità è assai vicina a quella della grafite. Guardando ad occhio nudo l'aspetto di questo carbonio si osservava infatti che esso aveva assunto l'aspetto lucente e grasso proprio di certe grafiti, ed esso si sfaldava facilmente secondo piani normali al senso di compressione.

L'aumento di densità subito da tutta la massa del carbone così compresso, è naturale faccia presumere che, come vi possono essere nel suo interno delle particelle carboniose rimaste non trasformate, e con eguale densità a quella da esse prima possedute, ve ne possano invece essere altre le quali abbiano densità ancora superiore. In altri termini si può presumere che

[1] Queste cifre si riferiscono ad una delle esperienze eseguite.

nell' interno di quel pezzetto di carbone compresso vi sieno anche delle particelle di diamante.

Si trattava dunque di separare queste particelle da un miscuglio di carbonio amorfo, grafite ed impurità, che erano contenute prima dell'esperienza.

La tecnica di questa operazione era già stata indicata, come avverte Moissan, da Berthelot sin dal 1870 [1].

Ho dunque proceduto secondo il metodo di Berthelot, modificato dal Moissan, al trattamento del miscuglio ottenuto.

I due grammi di carbonio compresso ottenuti in ciascuna esperienza venivano ridotti in piccoli frantumi; questa operazione era necessaria, se si voleva che i trattamenti successivi non fossero troppo lunghi. Essi venivano trattati ripetutamente con acido cloridrico bollente al fine di eliminare le particelle di ferro che all'atto della compressione, potevano essere passate dalle pareti dell'apparecchio nella massa carbonica.

Si trattava indi con acqua regia, e poi con acidi solforico e fluoridrico alternativamente. Queste operazioni avevano per iscopo di distruggere il carbonio amorfo. Successivi trattamenti con clorato di potassa e acido nitrico fumante eliminavano il carbonio allo stato di grafite. Infine, dopo un ultimo trattamento con acido fluoridrico, e acido solforico bollente, si lavava e si seccava il residuo. Questo, che era del resto per ogni esperienza piccolissimo, era costituito da diverse qualità di carbonio.

Mediante il bromoformio, e il ioduro di metilene che hanno per densità il primo 2,9, e il secondo 3,3 si separavano da esso delle particelle pesanti che si esaminavano al microscopio. Esse erano costituite in gran parte da particelle nere opache alla luce, ma possedenti dei punti o faccette che riflettevano la luce in modo assai marcato. Fra le particelle opache accadeva talvolta di scorgerne qualcuna trasparente, e che sembrava possedere un forte potere rifrangente. Inoltre guardate con luce polarizzata esse si presentavano come particelle assolutamente isotrope.

Se si pone una piccola parte di quella polvere sopra una lamina di rame e vi si strofina sopra una faccia ben lavorata

---

[1] Berthelot, *Recherches sur les états du Carbone*. Annales de Chimie et de Physique, IV ser., vol. 19, p. 392.

di rubino, in senso normale alle linee di polimento, è facile osservare mediante una lente di ingrandimento che quella pietra resta graffiata.

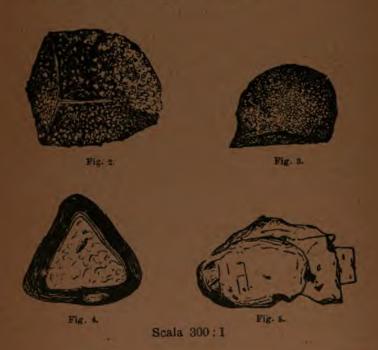
Fra le particelle opache ne ho scorto taluna che presenta degli spigoli a somiglianza di un cristallo cubico. Essa è indicata nella fig. 2. Qualche altra presenta invece una forma mammellonare, fig. 3.

Le fig. 4 e 5 indicano due cristalli trasparenti rinvenuti in mezzo alle altre particelle opache.

La inattaccabilità agli acidi, la densità, la durezza, la struttura cristallina delle particelle esaminate, sono proprietà del vero diamante, sia esso trasparente o nero.

Fig. 2. Fig. 3.

Fig. 4. Fig. 5.

Scala 300 : 1

Ma è noto che una delle proprietà più caratteristiche del diamante è quella di bruciare nell'ossigeno ad una temperatura compresa tra 700 e 900 gradi.

Rimaneva dunque, per completare le precedenti ricerche, di

assicurarsi che realmente le particelle osservate al microscopio fossero combustibili. Anzi sarebbe stato desiderabile poter pesare i prodotti di combustione, osservando se ad ogni parte di sostanza bruciata corrispondessero realmente 3,666 parti di acido carbonico.

Ma la quantità eccessivamente tenue di cristalli da me ottenuti non mi ha permesso di procedere a questa verifica, e ho dovuto contentarmi di osservare la sparizione di quei cristallini nell'aria libera, quando venivano portati alla temperatura accennata. Ma vi è anche un mezzo per riconoscere che particelle assai piccole sono costituite da diamanti trasparenti. Ed esso consiste nell'osservare il modo con cui avviene la sparizione, quando esse vengano riscaldate. È infatti assai caratteristico il comportamento di un diamante posto su di una lastrina di platino portata al rosso aranciato. Esso comincia ad impiccolirsi, come se sublimasse, e ad intervalli si staccano delle particelle tenuissime che tremolando nell'aria rovente che circonda il cristallo finiscono per sparire. Non credo che esista altra sostanza che esaminata in tal guisa possa confondersi col diamante.

Questo esame si può anche fare su particelle eccessivamente piccole. Occorre allora porre la lamina di platino sotto il campo del microscopio, e porvi sopra il cristallino da bruciare che può anche essere di 1/100 di millimetro. Inviando una corrente elettrica nella lamina, se la particella è diamante comincia ad impiccolirsi tremolando quando la lamina è al calor rosso acceso.

Sottoponendo a questo trattamento molte delle particelle di cui ho detto più sopra, sia nere che trasparenti, ho potuto sempre constatare che esse si comportano come il diamante.

È dunque a ritenersi che il mezzo di compressione da me adottato, conduce come quello di Moissan alla trasformazione del carbonio amorfo in grafite o in diamante.

---

Nota su d'alcune concrezioni delle argille scagliose di Ruggero Panebianco.

Il Prof. L. Bombicci ebbe la cortesia di fare un gratissimo invio di minerali, raccolti in quel di Bologna, al gabinetto di mineralogia da me diretto.

Fra questi minerali vi sono quelle concrezioni di carbonato calcico note col nome significativo di *scodelline* e credute costituite di aragonite.

La frattura di tali concrezioni chiamò la mia attenzione; essa accenna a piani di sfaldatura obbliqui alle fibre o bacilli, i quali debbono per ciò riferirsi alla calcite anzichè all'aragonite. In un preparato fatto con la polvere di esse, purgata per levigazione dalla parte più fina, non soltanto non osservai mai la figura d'interferenza caratteristica delle sostanze biassi, come si osserva in analoghi preparati di aragonite, ma vidi sovente quella caratteristica delle sostanze uniassi, abbenchè generalmente discentrata. Infine, fra i vari frammentini, potei, in uno, misurare l'angolo fra due spigoli che li limitano, e constatare che si tratta di calcite: l'angolo è di circa 102°, e l'estinzione è equinclinata sugli spigoli suddetti.

Rotta poi la *scodellina* grande che possedevo, constatai in essa, senza neanche bisogno della lente, la sfaldatura caratteristica dei carbonati romboedrici, talchè, se avessi cominciato dal frangere questa, mi sarei risparmiato il tempo speso per le osservazioni microscopiche.

Le famose *scodelline*, tanto care agli amatori di curiosità naturali, sono quindi costituite da calcite e non da aragonite, come l'assenza di osservazioni cristallografiche avea potuto far ritenere.

Mi piace d'insistere su questo fatto, poichè mostra ancora una volta come base della conoscenza dei minerali sia la cristallografia: anche là chimica è base, ed il resto è o complemento o zavorra.

Il Dott. Giorgio Caneva ebbe la cortesia di favorire al gabinetto da me diretto, dapprima due ciottoli neri trovati nelle argille scagliose, presso il Monte del Gesso, nel letto del Crostolo, in quel di Reggio Emilia.

Spezzati essi si mostrano costituiti da sostanza litoide grigio-rossiccia o verdiccia. La crosta nera (da 0,5 mm. a 2,5 mm.) è costituita essenzialmente da ossidi superiori di manganese da limonite e da argilla, con piccola quantità di carbonato calcico ed acido fosforico. Evidentemente questi ciottoli sono quelli noti fin dal tempo del Venturi (1) ed adoperati dai vasai del paese « per dare ai vasi di terra da cuocere il color marronato bruno. »

Il Venturi però non dice di che cosa sia costituito il nucleo (2), ossia la massima parte dei ciottoli dei quali tratto, nè pare sia ciò noto ai colleghi dell'Emilia. Essenzialmente essi — almeno i campioni da me studiati — sono costituiti da rodocrosite ferrifera: in uno dei due ciottoli il ferro è più abbondante, e ciò si appalesa anche nella crosta esterna costituita da limonite manganesifera.

La parte insolubile nell'acido cloridrico di media concentrazione a caldo, studiata al microscopio, risulta costituita da caolino, da cubettini di pirite e da pochissimo quarzo. Alla perla si constata il ferro e la silice.

La parte solubile risulta costituita da poca allumina e silice, poco fosfato calcico, e molto carbonato di manganese ferrifero.

Il Dott. Caneva, in seguito, mi portò un nucleo grosso come

---

(1) Venturi. *Storia di Scandiano*. Cap. XI. *Geologia e Mineralogia dello Scandianese*. Modena 1822.

(2) Il Venturi dà le analisi di due tali ciottoli, ma completamente trasformati o quasi (poichè dà per uno il 7 p. 100 di materia (!) calcarea ed il 3 p. 100 di calcare per l'altra); analisi poco attendibili come risulta dalla semplice ispezione di esse. In una dà il 3 p. 100 di barite: io non trovai tracce di bario nè nella crosta, nè nel nucleo interno; dell'acido fosforico poi non fa cenno. Inoltre dà per uno il 12 e per l'altro il 25 p. 100 di allumina, ma non dà la silice che forma con l'allumina l'argilla, la quale costituisce, *in volume*, la maggior parte della crosta dei ciottoli da me studiati, ed evidentemente anche di quelli le cui analisi sono date dall'illustre Professore dell'Università di Pavia.

un pugno, trovato nello stesso luogo dei ciottoli avanti detti: esso ha aspetto tutt'affatto diverso da quello dei suddetti ciottoli: è bianco-verdiccio ricoperto da argilla. Rotto si mostra costituito da nuclei irregolari di sostanza simile alla marna calcare con venule di spato calcare.

Questo nucleo, nonchè i ciottoli, aveano richiamato l'attenzione del raccoglitore per la loro pesantezza. Escludendo che i ciottoli neri all'esterno, non ostante il loro contenuto di acido fosforico, potessero essere le coproliti, cui vagamente accenna il Capellini, in fine della sua memoria sull'« Ichthyosaurus Campylodon », volli vedere se questo nucleo avesse acido fosforico e ne feci l'analisi.

Esso è costituito da marna calcarea ferrifera manganesifera, con abbondante acido fosforico. Arroventata all'aria annerisce per il ferro e manganese che contiene. Non ha tracce di solfato calcico.

La parte insolubile nell'acido cloridrico di media concentrazione è costituita da sabbia quarzifera, caolino cubetti e gruppettini microscopici di pirite e qualche frammento di anfibolo. Il nodulo, specie all'esterno, ha attaccata, oltre alla sabbia quarzifera, con qualche lamella di muscovite, dei frammentini di quarzo ametista.

La parte solubile contiene tutto l'acido fosforico, tutto il manganese, la maggior parte del ferro, poco alluminio e moltissimo calcio.

L'assenza di solfato di calcio dimostra che il ferro non è nato dalla decomposizione della pirite, la quale invece accenna ad origine organica, come vi accenna, in concomitanza, l'acido fosforico. — Del resto sia questo nodulo che i ciottoli avanti detti, contengono materia organica, la quale si appalesa con lo sviluppo del biossido di carbonio, qualora si faccia bollire con bicromato potassico la materia di esse trattata prima con acido cloridrico a caldo (fino a scacciare *tutto* il $CO_2$) e concentrata poscia a bagno-maria.

Nemico delle ipotesi campate in aria, non ne azzardo alcuna sull'origine di tali noduli.

Il dosamento dell'acido fosforico di tali noduli e la annotazione della frequenza o meno di essi interessa l'agricoltura.

*Padova, Marzo 1898.*

INTORNO ALLA COMPOSIZIONE MINERALOGICA DELLE SABBIE DI ALCUNI FIUMI DEL VENETO, CON APPLICAZIONI DELLA RICERCA MICROSCOPICA ALLO STUDIO DEI TERRENI DI TRASPORTO — Per ETTORE ARTINI.

« Der Sand ist überhaupt gegenüber den festen Gesteinen von der Petrographen in auffallender Weise vernachlässigt worden. »

(*Retgers*)

## Introduzione.

Le parole, qui sopra riportate, del Retgers, sembrano quasi un'eco autorevole del lamento già da me formulato vari anni or sono (1). La importanza dello studio dei terreni alluvionali, e la necessità di approfondire le nostre conoscenze in questo ramo della geologia fu poi da vari autori espressa ancora parecchie volte, e validamente dimostrata con l'esempio: per non citare altri, dal Colomba (2), dal Piolti (3) e recentemente dallo Stella (4), il quale, pur dal suo punto di vista più strettamente geologico, non esitò ad affermare che « *la conoscenza che si ha di questi terreni* (di trasporto) *è ancora lungi dall'essere adeguata alla loro importanza.* »

Io vorrei mi fosse inoltre concesso esprimere qui una mia opinione, per avventura meno accetta all'universale: io credo che in questi tempi nei quali lo studio della cristallografia teo-

(1) *Intorno alla composizione mineralogica delle sabbie del Ticino.* — Giornale di Min. etc. Vol. II. Fasc. III. 1891.

(2) *Osservazioni mineralogiche su alcune sabbie della collina di Torino.* — Atti R. Acc. di Sc. di Torino Vol. XXXI. 1896.

(3) *Sabbie della Valle della Dora Riparia.* — Atti R. Accad. di Agricoltura di Torino Vol. XL. 1897.

(4) *Contributo allo studio genetico dei terreni alluviali,* etc, — Boll. del R. Com. Geol. 1897, n. 2, 1897.

rica e della fisica cristallografica prese così valido impulso e così largo sviluppo da far parere a taluno che questi due rami della nostra scienza soverchino tutti gli altri per importanza; in questi tempi nei quali si può giungere fino a reputar bene impiegato il tempo speso a dimostrar possibile ciò ch'è noto come esistente nella realtà; credo, dico, che sia opportuno qualunque tentativo per far vedere quali e quanti siano i problemi che per altre vie bisogna risolvere; e quanto sia, oggi più che mai, necessario dare agli studi di Mineralogia quello che si può chiamare indirizzo geologico.

E perciò accolsi con lieto animo l'invito fattomi dall'egregio amico Enrico Nicolis di associarmi a lui per una ricerca la quale avesse per oggetto i terreni alluvionali di una parte della pianura veneta. Per non allargare di troppo il campo di studio, ci restringemmo ad un fiume, e ci proponemmo di indagarne la storia, le divagazioni susseguitesi durante l'epoca quaternaria, e fino ai nostri giorni, la parte che le sue alluvioni presero nei diversi tempi alla formazione dei terreni costituenti la nostra pianura. Ci parve che ottimamente a questo intento fosse adatto l'Adige; solo fummo condotti dalla forza delle cose a sconfinare alquanto: chè io per la mia parte non avrei potuto, ad esempio, trarre conclusione alcuna dallo studio delle alluvioni se, oltre alla composizione delle sabbie d'Adige, non avessi conosciuta quella dei fiumi il cui bacino è limitrofo al bacino del nostro. L'amico Nicolis sta per pubblicare le sue indagini geologiche, col titolo: «Sull'antico corso del fiume Adige» (1), e in tale lavoro il lettore vedrà quale frutto abbia ricavato il geologo dalle mie ricerche. Io, pubblicando la parte mia, e ringraziando l'egregio Collega del ricco materiale fornitomi, posso restringermi a quelle conclusioni che dal solo esame mineralogico ho creduto di poter trarre.

Se questo tentativo modesto potrà incontrare qualche favore, ed essere ritenuto utile a qualche cosa, ne sarò lieto, più che per altro, perchè l'esempio possa incoraggiare altri a fare, ciò che sarà pur facile, molto di più, e molto meglio.

Intorno ai metodi impiegati per lo studio delle sabbie, e per la determinazione dei minerali che le compongono, basteranno poche parole, poi che se le ricerche sistematiche complete fatte

(1) Boll. Soc. Geol. Ital. XVII.

in questo campo sono disgraziatamente pochissime, i metodi di ricerca furono al contrario studiati e perfezionati da lunga serie di studiosi — e si può ben dire ch' essi sono oggimai noti all'universale.

La separazione dei singoli minerali in ordine al loro peso specifico per mezzo di soluzioni pesanti, è quanto di meglio si possa fare per disporre una ricerca sistematica; e io me ne sono largamente servito, usando di preferenza le due soluzioni dette di Thoulet e di Rohrbach, le quali a parer mio, sono da preferirsi a qualunque altro liquido, e sufficienti completamente per qualunque delicata ricerca. Disgraziatamente, alle argille e alle parti finissime delle sabbie non si può applicare il metodo, per la facilità con cui tali materie sottilmente divise restano a lungo sospese anche in un liquido di basso peso specifico; e poi che d' altra parte tali parti esilissime non possono dare al microscopio che risultati incerti e insufficenti, così esse furono eliminate col mezzo di una accurata e prudente levigazione, limitata al puro necessario; al contrario, i granuli troppo grossi furono eliminati con la stacciatura, e studiati dopo frantumazione.

Le porzioni separate coi liquidi pesanti furono studiate con i consueti metodi ottici; largo uso feci particolarmente della immersione dei granuli in mezzi liquidi di indice di rifrazione piuttosto alto, e cognito: specialmente mi sembrano commendevoli a questo riguardo: il benzolo, la glicerina, l'olio d'olive scolorito col nero animale, e le essenze di finocchi, di garofani e di lavanda; in certi casi speciali, la soluzione di Thoulet medesima può rendere eccellenti servigi per il suo indice di rifrazione elevatissimo. Si eliminano così in gran parte i bordi neri dovuti a riflessione totale, e dalla più o meno perfetta scomparsa di tali bordi si può trarre argomento a preziosi confronti tra la rifrangenza del minerale e quella nota del liquido: per esempio, distinguere a colpo d' occhio il granato dalla fluorite. Non solo, ma argomentando dalla diversa intensità di tale bordatura nei due casi in cui la sezione principale del nicol polarizzatore coincide con l'una o con l'altra delle direzioni principali di vibrazione del granulo contenute nel piano su cui esso riposa, si può avere una norma a giudicare della birifrangenza del minerale stesso: così, nell'essenza di garofani, un romboe-

drino di calcite riposante sopra una faccia di sfaldatura scompare quasi quando la diagonale più corta della sua faccia superiore coincida con la sezione principale del nicol, mentre acquista notevolissimo rilievo se il tavolino venga girato a 90°; l'apatite invece conserva un rilievo piuttosto forte nell'un caso e nell'altro; e il quarzo presenta, a diaframma allargato, contorni quasi inafferrabili.

Invece non usai in nessun caso il sistema proposto da vari autori, come Thoulet, Behrens, Mann, Pearcey e Bosscha, di cementare in qualche modo i materiali incoerenti che costituiscono le sabbie, preparando poi di questa arenaria artificiale le sezioni sottili. Un buon osservatore, pratico di queste ricerche, il Retgers, immaturamente rapito alla scienza, si dichiarava già contrario a questo metodo; e i motivi da lui addotti a questo proposito si potrebbero amplificare e moltiplicare all'infinito (1).

L'esistenza di sfaldature vien già dimostrata generalmente dalla forma stessa dei granuli, spesso costituiti da solidi di sfaldatura ben riconoscibili; del resto si può dimostrare e produrre schiacciando con prudenza i granuli tra due porta oggetti; altri minerali si presentano sempre, o quasi sempre, in cristallini nettissimi che sembrano essere sfuggiti all'azione erosiva del rotolamento: così lo zircone, il rutilo, la tormalina, l'apatite, e bene spesso anche il granato, la magnetite, l'ilmenite presentano forme cristalline nettissime e facilmente determinabili con sicurezza. Questi solidi di sfaldatura o cristalli giacciono così su facce note, sono terminati tutto all'intorno da spigoli riconoscibili e a questi si possono riferire con sicurezza le direzioni di estinzione, sopra di essi si possono osservare con profitto le figure di interferenza a luce convergente; e poi che lo spessore di tali lamine o granuli è facilmente misurabile, dal colore di interferenza da essi presentato, determinabile riguardo all'ordine con un qualunque compensatore, si può, mediante una semplice operazione aritmetica, determinare la loro birifrangenza; ciò che non sarebbe certo agevole fare per un individuo d'una sezione sottile, chiuso tra altri, immerso nel balsamo, e coperto da un vetrino. Nei cristalli allungati prevalentemente

---

(1) *Ueber die mineralogische und chemische Zusammensetzung der Dünensande Hollands* etc. N. Jahrb. 1895. I.

secondo una direzione è sempre facile constatare se tale direzione abbia carattere ottico positivo o negativo: mentre l'allungamento può non essere riconoscibile in sezioni orientate comunque, nelle quali per di più si può scambiare una lamina tagliata trasversalmente con un individuo bacillare allungato. Il fatto poi di avere sottomano individui piuttosto grossi, può servire egregiamente nel caso di minerali debolmente colorati, incolori in sezione sottile; invece un granuletto di 1|4 di mm. non solo mostra tale colore, ma è possibile determinarne il pleocroismo: e a titolo d'esempio valgono l'andalusite, la bronzite, l'epidoto, l'actinolite, il glaucofane, che sembrano spesso perfettamente incolori in sezione sottile.

Dei saggi chimici e microchimici, in casi speciali, come delle prove di fusibilità e durezza, è quasi superfluo aggiungere che ho largamente usato nei casi dubbi nei quali potevano essere utili.

Quanto alla importanza dei singoli minerali, i quali costituiscono le sabbie, non è da credere, a mio avviso, che tutti siano in eguale misura degni di considerazione; per esempio, dei più comuni, quali il quarzo, la calcite, le miche, il granato, i quali non mancano mai, o quasi mai, è da considerare in primo luogo la quantità relativa; di altri, come il glaucofane, l'ipersteno, l'andalusite, anche la sola presenza in quantità scarsissima, è degna di nota e merita considerazione particolare; per altri minerali, come i pirosseni e gli anfiboli, è particolarmente da notare la varietà o le varietà nelle quali essi si presentano: quelli finalmente rarissimi nelle sabbie, come la brookite, l'ottaedrite, il topazio, lo spinello, essi non hanno, *in generale,* un valore diagnostico, sono quindi relativamente di poca importanza geologica; e se uno studio puramente mineralogico dovrebbe ricercarli anche con speciali e lunghe indagini, non credo che ne valga la pena in un lavoro puramente geologico di confronto. Ogni sabbia di fiume ha, in un determinato punto del corso di questo, una media composizione normale, un po' oscillante, naturalmente, ma nel suo complesso abbastanza costante perchè un osservatore sperimentato possa facilmente riconoscerla. Questa composizione tipica io cercai di determinare, e in essa di colpire, fin dove era possibile, la nota caratteristica. Studiai così le sabbie dell'attuale Adige e di alcuni suoi affluenti, e poi

successivamente quelle del Chiese, del Sarca, del Po, del Guà, del Bacchiglione e del Brenta.

Applicando poi questi dati allo studio di confronto con le sabbie superficiali e profonde di una parte della pianura veneta, credo di essere riuscito a stabilirne in molti casi con relativa sicurezza l'origine, e in altri casi a trarne almeno argomento di probabilità non trascurabili.

## A.

## Sabbie del letto attuale dei fiumi.

### *Adige.*

Studiai materiali provenienti da vari punti del corso attuale; e cioè:

presso la Chiusa, nelle vicinanze di Ceraino (sabbia fina, grossa e mista a ghiaia)

a Cà dei Cossi, tra Parona all'Adige e Verona (sabbia fina)

a Verona, immediatamente a monte della città, a Porta S. Giorgio (sabbia media)

a Verona, dagli scavi nel letto del fiume per la fondazione del Ponte Navi (sabbia e ghiaia)

a Legnago, presso il Boschetto del Cimitero (sabbia grossa portatavi dalla rotta del 1882)

alla Bova di Badia dove si stacca l'Adigetto (sabbia fina)

a Boara presso Rovigo

all'Idrometro di Bassafonda (sabbia media).

In tutte queste sabbie, eccettuata l'ultima, di cui terremo parola in seguito, fu riscontrata una sufficiente unità di composizione mineralogica, salve le solite oscillazioni nei rapporti di quantità dei singoli componenti, oscillazioni che non alterano tuttavia l'aspetto, il tipo caratteristico della sabbia.

Il colore delle sabbie d'Adige è un grigio rossastro, un poco bruno; sono particolarmente i granuli di pasta felsitica dei porfidi, i feldispati rosei e in certa proporzione i calcari rossicci che contribuiscono a dare questo tono caldo alla tinta d'insieme della sabbia del nostro fiume.

I due gruppi più abbondanti costituenti queste sabbie, sono

certamente quello del quarzo e quello dei carbonati romboedrici; il primo per lo più molto prevalente su quest'ultimo. Ecco, ordinati sistematicamente secondo il Dana, i componenti mineralogici da me riscontrati:

*Pirite* e *calcopirite*. — In granuletti irregolari, e la prima talora in esili cubetti; sono rare entrambe.

*Fluorite*. — Non si può dire propriamente rara; è facilmente riconoscibile per il peso specifico e la bassa rifrangenza che la distinguono nettamente dai granati: trasparente, incolora, perfettamente isotropa, si presenta in piccoli solidi di sfaldatura per lo più tabulari secondo una coppia di facce d'ottaedro. La determinazione fu controllata per via chimica.

*Magnetite* e *ilmenite*. — Sono entrambe costantemente presenti e si possono separare con una debole sbarra magnetica che non attira la seconda; questa è spesso alterata con leucoxeno aderente.

*Rutilo*. — Si osserva in proporzioni relativamente esigue, ma molto diffuso, in granuli o prismetti minuti, generalmente ben definiti cristallograficamente, e talvolta geminati secondo {101}. Il colore varia dal giallo arancio al giallo bruno intenso fino al bruno-verdastro cupo; i cristallini gialli sono però di gran lunga i più frequenti.

*Quarzo*. — È copiosissimo, in granuli irregolari talora limpidissimi e talora zeppi di inclusioni: frequenti pure i granuli che otticamente si rivelano formati da più minuti individui a contorni mal definiti; le miche e le cloriti vi si notano spessissimo incluse in squamette. Anche la selce piromaca è comune.

*Ematite* e *limonite*. — Sono affatto scarse, la seconda più della prima; questa anche in laminette esilissime e trasparenti (Eisenglimmer).

*Calcite* e *dolomite*. — Queste sono entrambe assai copiose, sia in forma di solidi di sfaldatura, che si dividono bene gli uni dagli altri col mezzo della soluzione di Thoulet, e tra i quali pare ne siano commisti alcuni di magnesite; sia, più abbondantemente in forma di aggregati granulari, di frammentini di calcari più o meno dolomitici, e più o meno inquinati da ossidi di ferro.

*Feldspati*. — Ortoclasio, e plagioclasio di varia basicità si mostrano sempre abbastanza abbondanti. Il primo è quasi sem-

pre roseo, e pare essere più frequente dei plagioclasi; gli uni e l'altro spesso alterati.

*Iperstene.* — È uno degli elementi più rari, che non si rivela generalmente senza una ricerca sistematica; caratteristico il suo pleocroismo dal verde al rosso sangue. Non mancano termini più pallidi, passanti ad enstatite.

*Pirosseno.* — Costantemente presente e relativamente abbondante è l'augite, della quale si notano tre varietà; l'una comune assai, è color verde oliva o verde bottiglia, pochissimo pleocroica, ricca di inclusioni vetrose brune e proveniente evidentemente dallo sfacelo di melafiri e porfiriti augitiche; la seconda, molto più scarsa, è la basaltica, rossastra violacea o bruno garofano con abbondanti inclusioni di magnetite; e la terza, assai rara, è verde gialliccia pallida, quasi incolora. Il diallagio è assai scarso in laminette }100{.

*Anfibolo.* — Il più comune, anzi abbondante, è l'orneblenda verde ordinaria; più scarsa è un'orneblenda con colore verde-mare vivace; l'actinolite di colore più pallido e meno vivace è piuttosto scarsa; rara la tremolite.

*Cordierite.* — Uno dei minerali più rari e più difficili a riconoscere nelle nostre sabbie è la cordierite, che ha un peso specifico quasi eguale a quello del quarzo e una birifrangenza pure poco diversa. Presenta struttura di contatto evidentissima, e oltre alle solite inclusioni di biotite e sillimanite racchiude pure cristallini di zircone con le consuete e ben note aureole policroiche gialle.

*Granato.* — È piuttosto abbondante, in cristallini rombododecaedrici talvolta singolarmente perfetti o in granuli irregolari; include spesso quarzo, magnetite e rutilo. Il colore, generalmente roseo, passa talvolta al rosso sangue pallido; havvene pure di incoloro.

*Zircone.* — È frequente e diffuso abbastanza, in minuti cristallini prismatici nettamente formati, terminati quasi sempre alle due estremità da facce di più piramidi quadrate e ottagone; talvolta incoloro, è più frequentemente roseo o rosso gialliccio, pallidissimo, più raramente bruniccio.

*Andalusite.* — È scarsa, in granuli irregolari, con inclusioni di biotite; il suo pleocroismo, dal roseo all'incoloro, è costante e caratteristico.

*Sillimanite.* — Un poco più frequente della precedente, ma rara in cristalli allungati, otticamente positivi nella direzione dell'allungamento; più comunemente si presenta in aggregati di fibre intrecciate o riunite a fasci ed a ciuffetti, insieme a poca biotite.

*Cianite.* — È comune in piccoli cristallini allungati e in solidi di sfaldatura, spesso tabulari secondo }100{; quasi sempre incolora, e solo di rado tinta di un vago azzurrino, con distinto pleocroismo.

*Epidoto.* — Abbastanza comune è anche questo minerale, in granuli irregolari, o in cristallini allungati secondo l'asse di simmetria, e rotti alle estremità; il pleocroismo, generalmente sensibile, va dal giallo verdolino vivace al giallo paglierino debolissimo, quasi incoloro.

*Tormalina.* — Diffusa quanto i due precedenti, e quasi sempre in cristallini prismatici nettamente formati e terminati anche alle estremità da facce di piramidi trigonali. Il pleocroismo classico ne facilita enormemente il riconoscimento; gli individui bruni sono assai più frequenti di quelli tinti in un colore azzurrastro livido; questi ultimi sono per lo più in forma di scheggie, derivanti dalla frantumazione dei grossi individui.

*Staurolite.* — Piuttosto abbondante, quasi sempre in granuli irregolari, a spigoli vivi; scarse inclusioni, colore vivace, pleocroismo distinto.

*Muscovite.* — Sempre presente, ma in variabile proporzione; lamine di sfaldatura, anche larghe, specialmente alla superficie dei banchi di sabbia; frequenti inclusioni di zirconcini.

*Biotite.* — Altrettanto diffusa quanto la muscovite; quando è fresca, è di color bruno cupo, con piccolissimo angolo degli assi ottici. Ma è spesso alterata, con inverdimento, o produzione di ossidi di ferro in velo sottile che le danno una lucentezza metallica, come di bronzo.

*Clorite.* — Frequente quanto le miche, include spesso epidoto e talvolta anche rutilo.

*Cloritoide.* — Raro, ma caratteristico; in laminette di sfaldatura basale, con distinto pleocroismo dal verde oliva all'azzurro verdastro; debole birifrazione. Ha talvolta inclusioni di rutilo.

*Serpentino.* — È scarso, in granuletti ciottoliformi arrotondati.

*Titanite.* — È affatto scarsa, mal conservata, e di malagevole determinazione; più spesso riscontransi aggregati leucoxenici.

*Apatite.* — Tipica e facilmente riconoscibile, ma sempre assai scarsa. Si mostra quasi sempre in prismetti distintamente formati; non di rado è tutta piena di sottilissime inclusioni allungate, e parallele all'asse di simmetria, che le impartiscono una specie di falso pleocroismo, dal grigio bruno al grigio azzurrognolo cupo.

Oltre a questi minerali prendono parte in quantità apprezzabile alla costituzione della sabbia del fiume anche granuli rossastri o brunastri di *pasta felsitica* provenienti dallo sfacelo di porfidi quarziferi. Quali elementi accessori e casuali, non sempre presenti, si possono pure osservare in tenue quantità la *Baritina* e il *Gesso.*

La sabbia raccolta all'idrometro di Bassafonda, a m. 2 sotto lo zero, se è costituita, in massima, come le ordinarie d'Adige del corso alto, ne differisce però in qualche particolare: ecco, brevemente, i minerali che la costituiscono:

*Magnetite* e *ilmenite:* comuni. — *Rutilo:* comune. — *Quarzo:* copiosissimo. — *Calcite* e *dolomite:* copiosissime. — *Feldspati:* comuni. — *Iperstene:* non raro, e caratteristico. — *Pirosseno:* piuttosto abbondante l'augite verde oliva; scarsa la basaltica. — *Orneblenda:* piuttosto abbondante. — *Actinolite:* molto comune. — *Glaucofane:* piuttosto scarso. — *Granato:* piuttosto abbondante. — *Zircone:* piuttosto scarso. — *Andalusite:* scarsa. — *Sillimanite:* scarsa. — *Cianite:* comune. — *Epidoto:* comune. — *Tormalina:* comune. — *Staurolite:* molto comune. — *Muscovite:* molto comune. — *Biotite:* comune, ma ordinariamente alteratissima. — *Clorite:* molto comune. — *Cloritoide:* scarsissimo. — *Apatite:* piuttosto scarsa.

Come elemento accessorio, raro, ma di sicura determinazione, devo citare la *ottaedrite* in cristallini azzurricci, tabulari secondo }001{, con vivissima birifrazione ad un asse, potere rifrangente enorme, segno ottico negativo.

Questa sabbia di Bassafonda è grigia un po' bruno-gialliccia.

La presenza del glaucofane, e la frequenza dell'actinolite, e, relativamente, dell'ipersteno, accennano chiaramente ad una mescolanza con elementi di Po (vedi alla fine del capitolo A): questo può spiegarsi con la supposizione o di un trasporto di materiali per rigurgito marino, o di un rimaneggiamento di antichi sedimenti di Po incontrati dal fiume nella parte bassa del suo corso.

### *Noce.*

Le sabbie di questo affluente dell'Adige da me studiate furono raccolte presso Mezzolombardo, cioè poco prima del termine del suo corso. Esse sono di un grigio chiaro un po' freddo, e, ad un esame sommario, si mostrano mediocremente ricche di miche.

Ecco quali ne sono i componenti mineralogici secondo le mie ricerche:

*Magnetite* e *ilmenite*. — Assai comuni.

*Rutilo*. — Piuttosto scarsetto.

*Quarzo*. — Copiosissimo, e molto vario di aspetto e di struttura.

*Calcite* e *dolomite*. — Specialmente in forma di granuletti di calcari grigi compatti, ma relativamente scarsi.

*Feldspati*. — Abbondanti, specialmente i plagioclasi.

*Augite*. — Assai rara.

*Orneblenda*. — Di color verde o verde cupo: assai abbondante.

*Actinolite*. — Passante da una parte alla precedente, e più raramente a tremolite: è comune.

*Granato*. — Roseo, discretamente abbondante.

*Zircone*. — Piuttosto scarso.

*Andalusite*. — Scarsissima.

*Sillimanite*. — Abbastanza comune, per lo più fibrosa a fibre intrecciate.

*Cianite*. — Notevolmente frequente, anche in bei cristallini.

*Epidoto*. — Comune.

*Tormalina*. — Non è scarsa.

*Staurolite*. — Discretamente abbondante.

*Muscovite* e *Biotite.* — Discretamente abbondanti; alterata per lo più la seconda.

*Clorite.* — Assai comune.

*Apatite.* — Non troppo scarsa.

*Avisio.*

Le sabbie di quest' altro notevole affluente d'Adige furono raccolte presso Lavis. Si tratta di una sabbietta piuttosto fina, a grana uniforme e rimarchevole per il suo colore decisamente rosso bruno. Le miche non vi sono molto abbondanti. I minerali che trovai costituirla sono i seguenti:

*Magnetite* e *ilmenite.* — Molto comuni.

*Spinello* verde pleonasto. — Raro, in frammenti irregolari.

*Rutilo.* — Estremamente scarso.

*Quarzo.* — Abbondante, ma non copiosissimo.

*Calcite* e *dolomite.* — Copiose assai, specialmente come granuli di calcari compatti.

*Feldspati.* — Molto comuni, spesso rossicci e semiopachi: sembrano prevalere i plagioclasi.

*Iperstene.* — Assai scarso.

*Pirosseno.* — Abbondante, notevole e caratteristica l'augite verde bruna, con inclusioni vetrose; scarsissima la basaltica.

*Orneblenda.* — Molto comune.

*Granato.* — È notevole la sua scarsità.

*Zircone.* — Molto comune, nei soliti cristallini.

*Epidoto.* — Scarso assai.

*Tormalina.* — Scarsa.

*Staurolite.* — Molto scarsa.

*Muscovite, Biotite* e *Clorite.* — Piuttosto scarse.

*Serpentino.* — Poco diffuso.

*Apatite.* — Assai frequente.

Finalmente sono copiosi i granuli di pasta felsitica rossiccia appartenente a porfidi quarziferi.

*Sarca.*

Le sabbie studiate appartengono a quattro campioni raccolti in varî punti presso Riva di Trento.

Il colore di queste sabbie è grigio, o grigio verdognolo, piuttosto chiaro e freddo. I minerali componenti da me osservati sono:

*Pirite.* — Molto rara.

*Magnetite* e *ilmenite.* — Abbastanza comuni.

*Rutilo.* — Scarso, nei soliti aghetti, talvolta geminati.

*Quarzo.* — Copiosissimo, in granuli irregolari spesso pieni di inclusioni svariate.

*Ematite* e *limonite.* — Rare ed accessorie.

*Calcite* e *dolomite.* — Copiosissime; per lo più si tratta di granuli di calcari e dolomiti compatti.

*Feldspati.* — Discretamente abbondanti, spesso freschissimi; i plagioclasi prevalgono, a quanto sembra, sull'ortoclasio.

*Orneblenda.* — Notevole e caratteristica l'abbondanza della orneblenda verde comune.

*Actinolite.* — Assai scarsa.

*Granato.* — È decisamente scarso; del resto presenta i soliti caratteri.

*Zircone.* — Non sono rari gli eleganti cristallini di questo minerale.

*Andalusite.* — Piuttosto frequente e diffusa: ha struttura di contatto, e il solito notevole pleocroismo.

*Sillimanite.* — Rara, col solito aspetto.

*Epidoto.* — Discretamente abbondante, in cristallini, o granuletti irregolari, spesso associato a clorite.

*Tormalina.* — Abbastanza comune.

*Staurolite.* — Discretamente diffusa.

*Muscovite.* — Scarsa.

*Biotite.* — Comune.

*Clorite.* — Discretamente abbondante; include spesso rutilo ed epidoto.

*Apatite.* — Non molto scarsa.

Non sono scarsi nemmeno i granuletti di pasta felsitica.

### *Chiese.*

Sabbie raccolte sopra Salò. Le materie trasportate dal Chiese sono per lo più costituite da ghiaie con poca parte sabbiosa fina. Il colore della sabbia è grigio azzurrognolo scuro.

Mineralogicamente la composizione n' è la seguente:

*Magnetite* e *ilmenite*. — Piuttosto scarse.

*Rutilo*. — Rarissimo e affatto accidentale.

*Quarzo*. — Comune, ma non abbondante, talvolta in cristallini terminati ad ambe le estremità dell'asse ternario.

*Calcite* e *dolomite*. — Copiosissimi i granuli di rocce carbonate, che costituiscono da soli la massima parte di questa sabbia; predominano i calcari grigio-azzurrognoli che impartiscono a tutta la sabbia il colore caratteristico.

*Feldspati*. — Piuttosto scarsi e molto alterati; sembrano dominare i plagioclasi.

*Augite*. — Molto rara; si tratta solamente della varietà giallo-verdolina pallida, quasi incolora.

*Orneblenda*. — Abbastanza comune, è verde, scura, della varietà comune.

*Actinolite*. — Scarsissima e accessoria.

*Granato*. — Notevole la grande scarsità di questo minerale.

*Zircone*. — Raro, nei soliti cristallini.

*Andalusite*. — Non affatto scarsa.

*Cianite*. — Rarissima.

*Epidoto*. — Molto scarso.

*Tormalina*. — Rara.

*Staurolite*. — Rarissima.

*Muscovite*. — Molto scarsa.

*Biotite*. — Un po' più comune della precedente; quasi sempre alterata.

*Clorite*. — Abbastanza diffusa.

*Serpentino*. — Raro.

*Apatite*. — Piuttosto scarsa, ma non rara; in bei cristallini, con le già descritte inclusioni e conseguente pseudo-pleocroismo.

Scarsi sono poi anche i granuli di pasta felsitica.

### *Guà*.

La sabbia esaminata fu raccolta presso Cologna Veneta. Macroscopicamente essa ha colore grigio rossiccio, picchiettato di punti neri dovuti a granuli di natura e origine basaltica. Vi riscontrai:

*Magnetite* e *ilmenite.* — Discretamente abbondanti.

*Quarzo.* — Affatto subordinato.

*Calcite* e calcari compatti. — Estremamente copiosi; predominano quelli di colore rossiccio e bianco.

*Feldspati.* — Piuttosto scarsi, e sembrano solo plagioclasi.

*Pirosseno.* — È abbondante l'*augite* rosso-violacea basaltica, con inclusioni di base vitrea e di magnetite. Assai scarsi invece i granuli di quella color verde bottiglla.

*Zircone.* — Discretamente comune in cristallini brunicci.

*Tormalina.* — Molto scarsa e subordinata.

*Biotite.* — Assai comune. Comune inoltre un minerale lamellare di aspetto micaceo e color rosso-bruno, derivante con tutta probabilità da alterazione di olivina e riferibile alla Iddingsite di Lawson.

*Clorite.* — Molto scarsa.

*Serpentino.* — Non abbondante; per lo più lamellare o fibroso.

*Apatite.* — Piuttosto rara, in nettissimi cristallini.

### *Bacchiglione.*

Credo utile esporre anche i caratteri della sabbia di questo fiume, raccolta presso Vicenza. È piuttosto grossa, di color grigio scuro, della seguente composizione mineralogica:

*Magnetite* e *ilmenite.* — Molto comuni, anche in granuli grossetti.

*Quarzo.* — Copioso, ma generalmente poco limpido, e in granuletti aggregati; include spesso miche e cloriti.

*Ematite* e *limonite.* — Assai scarse.

*Calcite* e *dolomite.* — Sono specialmente copiosi e caratteristici i granuli di calcari dolomitici giallastri; anche dolomite in romboedrini di sfaldatura vi si può notare, ma scarsa. Molto comuni inoltre la calcite, e i calcari bianchi e grigi.

*Feldspati.* — Comuni i plagioclasi specialmente basici, con inclusioni vetrose; più scarso l'ortoclasio.

*Ipersteno.* — È scarso, e spesso pallido, con toni di pleocroismo che lo fanno ritenere un termine di passaggio alla bronzite.

*Augite.* — Assai comune e caratteristica l'augite verde bot-

tiglia, con grosse inclusioni vitree; più rara quella violetta, unita da passaggi alla prima.

*Anfibolo.* — Molto scarso; pare quasi sempre actinolite.

*Granato.* — Notevole la scarsità di questo minerale.

*Olivina.* — In schegge e frammenti: rara e di determinazione malagevole.

*Zircone.* — Scarso, in cristallini brunicci, spesso zeppi di inclusioni.

*Tormalina.* — Scarsissima.

*Muscovite.* — Discretamente abbondante in laminette di sfaldatura; ma assai più copiosa in aggregati squamosi e fibrosi, spesso con aspetto sericitico; anche aggregata con clorite e quarzo.

*Biotite.* — Assai scarsa e quasi sempre alterata.

*Clorite.* — Molto comune, e, come la muscovite, più spesso squamosa aggregata.

*Serpentino.* — Affatto accessorio.

*Titanite.* — Non scarsa, ma per lo più deve piuttosto chiamarsi leucoxeno.

*Apatite.* — Abbastanza diffusa.

Sono inoltre comuni i granuletti di selce e di pasta felsitica di porfidi e porfiriti.

### *Brenta.*

I campioni, raccolti presso Ponte di Brenta, constano di una sabbia variabile dalla grana media alla fina, con un colore complessivo spiccatamente grigio-giallastro. Essa contiene:

*Magnetite* e *ilmenite.* — Frequenti.

*Rutilo.* — Affatto raro ed eccezionale.

*Brookite.* — Rarissima, in cristallini laminari secondo {100}; da questa esce normalmente la bisettrice acuta: il piano degli A. O. per i raggi rossi è perpendicolare a quello per i raggi azzurri.

*Ottaedrite.* — A questo minerale probabilmente si riferiscono alcuni rari granuletti azzurri pallidi, di un minerale birifrangente uniassico negativo, con potere rifrangente elevatissimo.

*Quarzo.* — Copiosissimo.

*Calcite* e *dolomite*. — Copiosissimi i granuli di calcari dolomitici gialli; molto abbondanti anche i calcari bianchi e grigi.

*Feldspati*. — Abbastanza diffusi, sia l'ortoclasio come i plagioclasi.

*Ipersteno*. — Molto scarso, di colore piuttosto pallido.

*Augite*. — Sempre scarsa; più diffusa relativamente la verde pallida.

*Orneblenda*. — Di color verde cupo, molto scarsa.

*Actinolite*. — Parimenti scarsa.

*Granato*. — In frammenti rosei; scarsissimo.

*Zircone*. — Assai scarso, in cristallini brunicci, pieni di inclusioni opache.

*Andalusite*. — Scarsa.

*Cianite*. — Rara ed eccezionale.

*Epidoto*. — Molto poco diffuso; è in granuletti irregolari, per lo più intensamente colorati in verde gialliccio.

*Tormalina*. — Discretamente comune, per lo più bruniccia, ma talora anche in cristallini con pleocroismo dal rosa ($\varepsilon$) all'azzurro cupo ($\omega$).

*Staurolite*. — Rara ed eccezionale.

*Muscovite*. — Abbondante in laminette, e più in aggregati squamosi.

*Biotite*. — Molto alterata, e relativamente scarsa.

*Clorite*. — Lamellare e squamosa, veramente abbondante.

*Cloritoide*. — Rarissimo.

*Serpentino*. — Raro.

*Titanite*. — Scarse le sostanze di natura leucoxenica.

*Apatite*. — Con le consuete inclusioni: abbastanza diffusa.

Sono pure comuni i granuletti di *pasta felsitica* di porfidi quarziferi.

## *Po*.

Perchè maggiormente attendibile e utile avesse a riuscire il confronto tra il materiale deposto dal Po e quello dell'Adige, la sabbia da studiare fu da me raccolta in un banco in mezzo al corso vivo, presso il Ponte ferroviario di Borgoforte; cioè a valle della influenza di tutti gli affluenti alpini di qualche importanza.

Questa sabbia è di colore grigio piuttosto chiaro, ed è, come facilmente poteva prevedersi, assai ricca di minerali svariati. I principali e più sicuri sono:

*Oro.* — Qua e là, in banchi ricchi di elementi pesanti, ma sempre assai scarso: si estrae in qualche località con metodi primitivi, e non regolarmente.

*Pirite.* — Molto scarsa, per lo più in cubetti.

*Magnetite* e *ilmenite.* — Piuttosto abbondanti, la seconda non meno della prima.

*Rutilo.* — Nei soliti cristallini, o incluso in altri minerali (granato, cianite, actinoto, glaucofane, cloritoide); piuttosto scarso, ma diffuso.

*Quarzo.* — Estremamente copioso: è l'elemento prevalente su tutti.

*Ematite* e *limonite.* — Molto scarse ed accessorie.

*Calcite* e *dolomite.* — Comuni, ma subordinate di molto al quarzo.

*Feldspati.* — Piuttosto scarsi; si osservano così l'ortoclasio come i plagioclasi.

*Ipersteno.* — Discretamente comune e assai caratteristico; è intensamente colorato, e ha sempre un energico pleocroismo; non di rado mostra le ben note inclusioni lamellari brune.

*Pirosseno.* — Scarsissimo; per lo più sono granuli di augite verdiccia pallida; anche più scarso, ma caratteristico, il diallagio bruno.

*Anfibolo.* — Tutti i termini della serie sono rappresentati; l'orneblenda bruna è la più scarsa, relativamente; copiosa l'orneblenda verde erba e quella verde mare; l'actinolite con distinto pleocroismo dal verde gialliccio al verde azzurrino in toni di varia intensità è notevolmente abbondante; assai più scarsa la tremolite.

*Glaucofane.* — Molto comune e in alto grado caratteristico; il suo pleocroismo, dall'azzurro cielo al violetto lo fanno tosto notare.

*Cordierite.* — Rara, e mal determinabile dove non mostri le aureole pleocroiche.

*Granato.* — È il più abbondante tra gli elementi di alto peso specifico; sono frammenti o cristallini rombododecaedrici

ben definiti; quasi sempre è distintamente roseo, talvolta rosso sangue.

*Zircone.* — Molto diffuso in nettissimi cristallini trasparenti, giallicci e più di frequente pallidamente rosei.

*Andalusite.* — Caratteristica, ma affatto scarsa.

*Sillimanite.* — Non molto scarsi sono i soliti aggregati fibrosi, talora con biotite.

*Cianite.* — Abbastanza comune, ordinariamente affatto incolora.

*Zoisite.* — Molto scarsa.

*Epidoto.* — Piuttosto abbondante: spesso in cristallini allungati secondo l'asse di simmetria. Colore pallido, ma pleocroismo per lo più distinto.

*Tormalina.* — Relativamente scarsa.

*Staurolite.* — Molto comune, raramente in cristalli distinti.

*Muscovite.* — Abbondante, sia in lamelle che in aggregati.

*Biotite.* — Meno abbondante della precedente.

*Clorite.* — Abbastanza diffusa.

*Cloritoide.* — Non raro, ma subordinato.

*Serpentino.* — Scarso: ha colore verde intenso.

*Titanite.* — Al solito, scarsa e di difficile determinazione.

*Apatite.* — Scarsa.

Anche nella sabbia di Po sono abbastanza comuni i granuli di pasta felsitica di rocce porfiriche.

Esaminando ora queste diverse composizioni delle sabbie fin qui considerate, si vede come ognuna di esse abbia un tipo caratteristico, che sarà necessario cercar di fissare qui in modo sommario, poi che precisamente a questo fu diretto il massimo sforzo della mia ricerca: a cogliere cioè, fin dove questo è stato possibile, le note caratteristiche che possono servire come criteri diagnostici a riconoscere l'una sabbia dall'altra.

*a*) — La sabbia d'Adige, di un grigio sempre alquanto rossiccio, è discretamente ricca di elementi pesanti (così chiamando per brevità quei componenti mineralogici che hanno un p. sp. superiore a 2. 9.); tra questi, domina il granato, ma è caratteristica la relativa abbondanza dell'augite verde bottiglia. Gli anfiboli chiari sono scarsi, la biotite piuttosto abbondante, fresca e di color bruno cupo.

[1] *b*) — Noce. Questa sabbia è grigia, non rossiccia; scarsa l'augite, abbondante la cianite; anche l'andalusite vi è diffusa.

*c*) — La sabbia di Avisio è facilmente riconoscibile per il suo colore rosso, l'abbondanza dell'augite e dell'orneblenda, cui fa contrasto la scarsità del granato.

*d*) — Il Sarca trasporta sabbie grigie, senza tono rossiccio, che si possono facilmente riconoscere alla copia dell'orneblenda, la mancanza dei pirosseni, la scarsità del granato. Notevolissima pure la mancanza della cianite, e la relativa frequenza dell'andalusite e della clorite.

*e*) — Il colore grigio azzurrastro, e la copia dei calcari distinguono bene le sabbie del Chiese; la rarità e il colore dell'augite, la scarsità del granato e della staurolite sono pure notevolissime.

*f*) — Anche più rimarchevoli e caratteristiche sono le sabbie del Guà, che per il colore d'insieme rammenterebbero, grossolanamente, quelle d'Adige. La copia enorme dei calcari, la frequenza dell'augite, la mancanza del granato, della staurolite, del rutilo, della cianite, dell'epidoto, la fanno distinguere senza esitazione.

*g*) — La sabbia del Bacchiglione è scura; la scarsità del granato, la rarità degli anfiboli, la mancanza di cianite ed epidoto, la frequenza dell'augite, e la copia delle miche squamose e dei calcari dolomitici giallastri ne rendono abbastanza bene il carattere diagnostico.

*h*) — Il colore grigio un poco giallastro è speciale per la sabbia del Brenta. I caratteri mineralogici che le sono peculiari si possono così riassumere: scarsità del granato, della staurolite, della cianite; poca frequenza di pirosseni e anfiboli; abbondanza di calcari dolomitici gialli, presenza di andalusite ed ipersteno.

*i*) — Quanto al Po, la cui sabbia è grigia non traente al rossiccio, ha caratteri facili a rilevare. Scarso il calcare, e copioso il quarzo; rari i pirosseni e abbondanti gli anfiboli; note-

---

[1] Per questa e la seguente sabbia furono date le caratteristiche non a scopo di confronto geologico coi sedimenti della pianura veneta, ma bensì per spiegare le relative oscillazioni nella composizione mineralogica di quelle d'Adige.

volmente comune l'iperstene, e specialmente degno di nota il glaucofane, tipico per questa sabbia, la quale del resto è piuttosto ricca di elementi pesanti, e in particolar modo di granato roseo.

Da questo riassunto si rileva che il confronto di un deposito antico con le sabbie dei fiumi attuali deve portare a conclusioni abbastanza positive ogni volta non si tratti di miscele, e sempre astrazione fatta dai cambiamenti subiti dalla idrografia dei fiumi considerati.

Nel caso speciale di miscele, gli elementi da considerare nel giudizio sono molteplici. Se una sabbia ricca di minerali è mescolata ad una povera, la miscela può essere presa per pura sabbia del primo genere; così, ad esempio, la miscela di Adige e Sarca, poi che al primo son già comuni tutti i minerali che nel secondo esistono, può essere scambiata, mineralogicamente, per sabbia d'Adige, tanto più facilmente in quanto la massa dei materiali d'Adige superi in quantità percentuale quella degli elementi del Sarca.

Se invece le due sabbie hanno ognuna qualche elemento caratteristico che all'altra manchi o vi scarseggi forte, la miscela può essere spesso constatata agevolmente. Così Adige e Po, l'uno ricco di augite verde oliva e privo di glaucofane, l'altro ricco di glaucofane e privo della suddetta augite, daranno, mescolandosi, una sabbia in cui la contemporanea presenza dei due minerali caratteristici sarà, insieme agli altri criteri, sicuro indizio all'osservatere.

Queste miscele però, oltre che per vera confluenza di due corsi d'acqua, possono essere avvenute in altri modi, difficili a svelare col semplice esame microscopico. Così può presentarsi il caso di un rimaneggiamento casuale dei depositi antichi di un fiume per opera di un altro fiume: Adige e Po, le cui innondazioni e divagazioni anche in epoca storica si avvicendarono ripetutamente sullo stesso territorio, devono essersi spesso trovati in simili condizioni.

E l'Adige, specie nel corso traverso l'alta pianura, deve avere smosso e rimaneggiato parecchi depositi dovuti, per esempio al Guà, all'Alpone, ecc.; come reciprocamente le sabbie di questi torrenti si trovano spesso, per rimestamento di antichi

depositi d'Adige, contenere piccole quantità di granato, di staurolite, di tormalina, ecc.

Oltre ai caratteri mineralogici, anche la struttura, la grossezza, la maggiore o minore uniformità del diametro dei granuli di sabbia vanno considerati; e per questo, oltre ai criteri suggeriti dalla lettura dei principali autori che di questi studi si occuparono (1), per mettere in sodo quali rapporti esistano tra la struttura di una sabbia e la sua origine, cioè la sua formazione e trasporto per opera dei fiumi, del mare, e del vento, credetti utile, non foss' altro come complemento dell'opera, esaminare due sabbie delle così dette *dune venete*, o *tomboli*, e una del litorale veneto, e precisamente del Lido di Venezia (2). I risultati ne sono qui esposti.

*Duna di Donada.*

(Tra Donada e Taglio di Po di Donada. Proprietà Dott. Cavallini. Alt. m. 6 sul p.° di camp.a).

Sabbia di media grossezza, grigio-giallastra, un po' alterata, povera di miche, e piuttosto ricca di parti pesanti. Notevole la uniformità di dimensioni dei granuli. Essa contiene:

*Magnetite* e *ilmenite*. — Molto comuni.
*Rutilo*. — Piuttosto frequente.
*Quarzo*. — Copiosissimo.
*Calcite* e *dolomite*. — Copiose assai; anche i solidi di sfaldatura hanno spesso gli spigoli arrotondati e corrosi.

---

(1) Daubrée. — Etudes synth. de geol. expérimentale, 1879. p. 248.
J. Thoulet. — Etude minéralogique d'un sable du Sahara. — Bull. d. l. soc. min. de France. Vol. IV. 1881.
Rolland. — Dunes de sable du Sahara. — Bull. Soc. Geolog. de France. Vol. X. 1882.
Retgers. — l. c.
J. Bosscha. — Het Zanddiluvium in Nederland. — Leyda 1879.

(2) Per i risultati dello studio di due altre sabbie del litorale Adriatico, vedi la mia nota inserita nei Rendic. del R. Ist. Lombardo di Sc. e Lettere.

*Feldspati.* — Non sono scarsi, ma generalmente assai alterati.

*Iperstene.* — Scarso, ma caratteristico.

*Pirosseno.* — Molto comune l'augite verde bottiglia, scarsissima la basaltica.

*Orneblenda.* — Discretamente abbondante.

*Actinoto.* — Molto comune.

*Tremolite.* — Assai scarsa.

*Glaucofane.* — Piuttosto scarso, ma assai distinto.

*Granato.* — Sono decisamente abbondanti i soliti cristallini o frammenti rosei.

*Zircone.* — Comuni sono i soliti netti cristallini.

*Sillimanite.* — Scarsa.

*Cianite.* — Comune.

*Zoisite.* — Affatto scarsa.

*Epidoto.* — È comune in cristallini e granuli irregolari.

*Tormalina.* — Assai frequente, coi caratteri consueti.

*Staurolite.* — Comune quanto i due precedenti.

*Muscovite, Biotite, Clorite.* — Scarse.

*Cloritoide.* — Raro, ma caratteristico.

*Serpentino.* — Scarso.

*Titanite.* — Rara e mal definita.

*Apatite.* — Piuttosto scarsa.

Infine, piuttosto scarsi sono i soliti granuletti di pasta felsitica

Dai caratteri mineralogici questa sabbia si rivela essere una miscela di elementi d'Adige e di Po.

*Duna tra Cavanella d'Adige e Brondolo.*

(presso S. Anna. — Proprietà Dott. Stoccarda.
Altezza m. 10 sul piano di camp.).

Sabbia di grossezza media, a grana uniforme, un po' alterata, di color grigio giallastro: è, come la precedente, povera di miche e ricca di elementi pesanti. Contiene:

*Magnetite* e *ilmenite.* — Molto comuni.

*Rutilo.* — È decisamente comune, anche in granuli grossetti.

*Quarzo.* — Copiosissimo.

*Calcite* e *dolomite*. — Copiosissime.
*Feldspati*. — Piuttosto comuni, ma frequentemente alterati.
*Iperstene*. — Scarso.
*Pirosseno*. — Abbondante l'augite verde-bottiglia; assai scarsa la basaltica.
*Orneblenda*. — Discretamente abbondante.
*Actinolo*. — Comune.
*Tremolite*. — Scarsa.
*Glaucofane*. — Piuttosto scarso, ma di determinazione sicura.
*Granato*. — Abbondante.
*Zircone*. — Molto comune e ben cristallizzato.
*Sillimanite*. — In aggregati fibrosi, scarsa.
*Cianite*. — Comune.
*Epidoto*. — Molto comune.
*Tormalina*. — Assai diffusa.
*Staurolite*. — Molto comune.
*Muscovite, Biotite, Clorite*. — Piuttosto scarse.
*Cloritoide*. — Affatto raro.
*Apatite*. — Scarsa.

Abbastanza comuni sono inoltre granuli di pasta felsitica.

Anche questa si rivela come una mescolanza delle sabbie d'Adige con quelle di Po, e, sembra, con predominio delle prime.

*Lido di Venezia.*

Sabbia fina, uniforme; il diametro dei granuli varia da 0.1 a 0.4 mm.; la maggior parte dei granuli oscillano tra mm. 0.2-0.3.

Ha colore grigio giallastro un po' bruniccio. I suoi componenti mineralogici sono:

*Magnetite* e *ilmenite*. — Assai scarse.
*Rutilo*. — Scarsissimo.
*Quarzo*. — Discretamente abbondante, ma subordinato.
*Calcite* e *dolomite*. — Copiosissime; specialmente notevoli e abbondanti i calcari dolomitici giallastri.
*Feldspati*. — Scarsissimi.
*Iperstene*. — Raro e di colore piuttosto pallido.

*Pirosseno.* — Abbastanza comune è l'augite.
*Orneblenda.* — Piuttosto scarsa.
*Actinoto.* — Assai raro.
*Granato.* — Scarso.
*Zircone.* — Molto scarso.
*Cianite.* — Rara.
*Epidoto.* — In granuli irregolari; assai scarso.
*Tormalina.* — È anch'essa molto poco comune.
*Staurolite.* — Scarsissima.
*Muscovite.* — Scarsa.
*Biotite.* — Scarsissima.
*Clorite.* — Scarsa.

Abbastanza diffusi sono inoltre i granuli di pasta felsitica; molto comuni i gusci di foraminifere, e i frammenti di conchiglie di specie viventi.

Notevole in questa sabbia è la copia del calcare, prevalente sul quarzo; la scarsità degli elementi pesanti, e particolarmente del granato. Molto probabilmente è una miscela di Brenta e Bacchiglione, fors' anche con qualche proporzione di materiali portati da alcuno dei fiumi sfocianti più a nord nell'Adriatico.

Una miscela con elementi d'Adige mi parrebbe dover escludere, e a maggior ragione la presenza di elementi di Po è da negarsi assolutamente.

Si direbbe che l'azione di trasporto da N. a S. sulla costa occidentale dell'Adriatico per opera della corrente litorale fosse assai più forte che l'azione, direi, dispersiva, del moto ondoso. Identico risultato ebbi già ad ottenere per lo studio delle sabbie litorali di Pesaro e Grottamare, nelle quali furono trovati abbondare gli elementi di Adige e di Po, prevalentemente di quest' ultimo.

---

Veniamo ora allo studio dei materiali superficiali e profondi raccolti nelle varie località della pianura veneta. Per maggiore chiarezza dividerò la materia in capitoli, trattando successivamente:

B. — La grande conoide diluviale a Sud del Lago di Garda.

C. — Sabbie costituenti i Dossi, rilievi arginiformi allineati lungo la pianura, e riferibili probabilmente ad un' epoca

di transizione dal diluvium all'alluvium; più precisamente, secondo il Nicolis, l'epoca di loro formazione sarebbe da ritenersi postdiluviale e preterrazziana.

D. — Corsi alluviali relitti.

E. — Corsi relitti dall'Adige in epoca storica.

F. — Sabbie profonde, ricavate da pozzi e scavi diversi.

Per ogni sabbia studiata darò qui l'aspetto complessivo, la composizione mineralogica in forma sommaria (1), e le conclusioni che dallo studio microscopico mi parve di poter tirare. In quest'ultimo punto ho cercato di essere prudente, e ho sempre amato più constatare un fatto, anche di importanza secondaria, che non creare ipotesi nuove.

L'esposizione delle mie osservazioni in questo modo schematico non potrà al certo esser fatta in forma dilettevole, ma vorrei credere d'esser riuscito a farle guadagnare in chiarezza quel che può avere perduto in varietà.

## B.

## Conoide diluviale Adige-Sarca-Chiese.

### 1. *Tra Mantova e Marmirolo.*
(Cava di ghiaia Marceletti).

Ghiaia un po' cementata, con poca parte sabbiosa; questa è grigio-rossiccia e contiene:

*Magnetite* e *ilmenite*: 8. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 2. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 8, meno scarso il plagioclasio. — *Pirosseno*: Augite verde-bottiglia: 6; Augite basaltica: 7. — *Anfibolo;* orneblenda: 5. — *Granato*: 5 — *Zircone*: 8. — *Andalusite*: 9. — *Cianite*: 9. — *Epidoto*: 8. — *Tormalina*: 9. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 8. — *Biotite*: 7. — *Clorite*: 7.

---

(1) Per abbreviare l'esposizione e renderla schematica, stabilisco dieci termini di frequenza relativa, che saranno indicati coi numeri corrispondenti:

1: Copiosissimo. — 2: Copioso. — 3: Abbondante. — 4: Discretamente abbondante. — 5: Molto comune. — 6: Comune. — 7: Piuttosto scarso. — 8: Scarso. — 9: Scarsissimo. — 10: Raro.

Notevole in questa sabbia la grande copia dei calcari e la scarsità degli elementi pesanti: tra questi notevole l'augite. Credo si possa paragonare ad una miscela degli attuali Adige e Sarca con predominio del primo e con molta maggior quantità di calcari.

2. *Biscaccia. — Cimitero di Goito.*
m. 5. sopra la valle del Mincio.

Ghiaia prevalentemente calcare, con sabbia grigio-rosea. Questa contiene:

*Pirite*: 10. — *Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 8. — *Ematite*: 10. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 6. — *Pirosseno;* augite verde-bottiglia : 8: augite basaltica: 7. — *Orneblenda*: 4. — *Actinolite*: 9. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 6. — *Andalusite*: 9. — *Cianite*: 8. — *Epidoto*: 7. — *Tormalina*: 7. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 8. — *Biotite*: 6. — *Clorite*: 6. — *Apatite*: 10.

Anche questa sabbia, a parte la quantità un po' forte di calcari, corrisponde ad una miscela di Adige e Sarca, con predominio del primo.

3. *Cerlungo.*
Tra Goito e Volta.

Ghiaia un po' cementata, con sabbia abbondante, decisamente grigio-rossiccia.

*Magnetite* e *ilmenite*: 7. — *Rutilo*: 7. — *Quarzo*: 2. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 8. — *Pirosseno;* augite verde-bottiglia: 6; Aug. basaltica: 8. — *Orneblenda*: 6. — *Granato*: 5. — *Zircone*: 7. — *Andalusite*: 9. — *Cianite*: 9. *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 6. — *Biotite*: 7. — *Muscovite*: 8. — *Clorite*: 8. — *Apatite*: 7.

Ricca in calcari e povera in parti pesanti: miscela d'Adige e Sarca con predominio del primo.

4. *Madonnina.*
(Km. 1 $^1/_2$ dopo Volta, verso Goito).

Ghiaietta fina con molta sabbia.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 6. — *Quarzo*: 2. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 7. — *Pirosseno;* augite verde-oliva e basaltica: 7. — *Orneblenda*: 5. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 6. — *Andalusite*: 10. — *Cianite*: 9. — *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 8. — *Staurolite*: 5. — *Muscovite*: 8. — *Biotite*: 8. — *Clorite*: 8. — *Cloritoide*: 10. — *Apatite*: 8.

Anche questa sabbia, astrazion fatta dalla copia dei calcari, corrisponde ad una miscela degli attuali Adige e Sarca.

5. *Foresto.*
(Da Volta a Guidizzolo: 3 Km. prima di Guidizzolo).

Ghiaia minuta con molta sabbia; questa ha il solito aspetto, e contiene:

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 7. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 5. — *Pirosseno;* augite verde-bottiglia: 5; aug. basaltica: 8. — *Orneblenda*: 4. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 6. — *Sillimanite*: 10. — *Cianite*: 8. — *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 5. — *Muscovite*: 7. — *Biotite*: 7. — *Clorite*: 7. — *Cloritoide*: 10. — *Apatite*: 9.

Salvo la maggiore abbondanza dei calcari, ha i caratteri dell'attuale sabbia d'Adige; più probabilmente è una miscela di Adige e Sarca con forte prevalenza del primo.

6. *Guidizzolo.*

Ghiaia mista a sabbia; questa ha il solito colore grigio-rossiccio.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 7. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 5. — *Pirosseno;* augite verde bottiglia: 6; aug. basaltica: 9. — *Orneblenda* 6. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 6. — *Andalusite*: 8. — *Sillimanite*: 10. — *Cianite*: 6. — *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 7. — *Staurolite*: 5. — *Muscovite*: 7. — *Biotite*: 7. — *Clorite*: 7. — *Cloritoide*: 10. — *Apatite*: 7.

Anche per questa si può ripetere precisamente quanto si osservò per la precedente.

7. *S. Damaso di Medole.*
tra Guidizzolo e Medole

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 7. — *Quarzo*: 2. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 6. — *Pirosseno*, augite verde bott.: 9. — *Orneblenda*: 5. — *Actinoto*: 10. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 7. — *Cianite*: 9. — *Epidoto*: 7. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 7. — *Biotite*: 7. — *Clorite*: 7. — *Apatite*: 8.

Sembra che si tratti, al solito, di una miscela di Adige e Sarca (con prevalenza dei materiali provenienti dalla parte occidentale del bacino ?)

8. *Un Kilometro oltre Medole*
verso Castiglione delle Stiviere

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 7. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 5. — *Pirosseno*: augite v. oliva: 9; aug. basaltica: 9. — *Orneblenda*: 5. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 6. — *Cianite*: 8. — *Epidoto*: 7. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 5. — *Muscovite*: 8. — *Biotite*: 8. — *Clorite*: 8. — *Cloritoide*: 10. — *Apatite*: 9.

Notevole la scarsità dell' augite, come nel n. 7, però gli elementi d' Adige sono evidentemente presenti. Si tratta di una miscela del tipo delle precedenti.

9. *Fra Medole e Carpenedolo.*

Argilla sabbiosa, impura, alterata; la parte più sottilmente divisa fu eliminata per levigazione; nella parte sabbiosa furono constatati:

*Magnetite* e *ilmenite*: 7. — *Rutilo*: 10. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 6. — *Pirosseno*; augite verde bott.: 7. — *Orneblenda*: 5. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 8. — *Cianite*: 9. — *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 6. —

*Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 8. — *Biotite*, alteratissima: 8. — *Clorite*: 8. — *Cloritoide*: 9. — *Apatite*: 9.

Al solito, almeno per la parte sabbiosa, dominano gli elementi d'Adige.

10. *Da Medole a Carpenedolo*

1 ½ Km. prima di Carpenedolo

Ghiaia e sabbia con molta parte sottilmente divisa; la sabbia, lavata, ha il solito colore grigio rossiccio chiaro.

*Magnetite* e *ilmenite*: 7. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 2. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 7. — *Iperstene*: 10. — *Pirosseno*; aug. verde bott.: 8; aug. basalt.: 9. — *Orneblenda*: 6. — *Granato*: 5. — *Zircone*: 7. — *Cianite*: 9. — *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 7. — *Muscovite*: 4. — *Biotite*: 5. — *Clorite*: 8. — *Cloritoide*: 10. — *Apatite*: 9.

È straordinaria la copia dei calcari e notevole la conseguente scarsità degli elementi pesanti; quelli d'Adige son però presenti, almeno i caratteristici, e il colore complessivo sembrerebbe allontanare ogni sospetto di una miscela con elementi del Chiese.

11. *Presso Carpenedolo*

*Magnetite* e *ilmenite*: 7. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 2. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 6. — *Pirosseno*, augite verde e basaltica: 9. — *Orneblenda*: 6. — *Granato*: 5. — *Zircone*: 8. — *Cianite*: 9. — *Epidoto*: 8. — *Tormalina*: 8. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 7. — *Biotite*: 8. — *Clorite*: 8. — *Cloritoide*: 10. — *Apatite*: 8.

Anche qui è notevole la copia dei calcari e la scarsità dell'augite; è una miscela simile alla precedente.

12. *Madonnina*

Ghiaia ricca di calcari grigio-cerulei, con poca sabbia; questa, lavata, ha pure un colore d'insieme grigio, piuttosto freddo, ben diverso dal rossiccio delle precedenti; non ha però ancora l'aspetto vero del materiale di Chiese.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 3. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 6. — *Pirosseno* (non constatato con sicurezza). — *Orneblenda*: 5. — *Granato*: 7. — *Zircone*: 8. — *Andalusite*: 10. — *Cianite*: 10. — *Epidoto*: 8. — *Tormalina*: 8. — *Staurolite*: 7. — *Muscovite*. 7. — *Biotite*: 7. — *Clorite*: 7. — *Apatite*: 9.

Con tutta probabilità è sabbia di Chiese, che assunse, per rimaneggiamento di depositi incontrati lungo il corso, pochi e accessori elementi di Adige-Sarca.

13. *Castenedolo*

Ghiaia, col solito predominio dei calcari azzurrognolo-grigiastri; questi dominano anche nella parte sabbiosa, che ha tutto l'aspetto e il colore del tipico materiale del Chiese attuale.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 10. — *Quarzo*: 3. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 6 — *Pirosseno*; augite verdolina pallida: 9; augite basaltica: 10. = *Orneblenda*: 5. — *Granato*: 8. — *Zircone*: 10. — *Andalusite*: 9. — *Epidoto*: 10. — *Staurolite*: 10. — *Muscovite*: 7. — *Biotite*: 7. — *Clorite*: 8. — *Apatite*: 10.

Anche per l'esame mineralogico resta confermato trattarsi di pura sabbia del Chiese.

Ricapitolando i risultati fin quì esposti, parmi si possa asserire:

1. — Che nel periodo diluviale le acque scolanti dagli attuali bacini del Sarca e dell'Adige (questo solo per la sua parte superiore) correvano insieme unite, probabilmente lungo una linea rispondente all'asse dell'attuale Lago di Garda.

2. — Fino a Carpenedolo i materiali esaminati spettano alla miscela Adige-Sarca; poi si passa, bruscamente e senza miscele, alla conoide del Chiese.

3. — La ricchezza in calcari delle sabbie studiate è molto superiore a quella delle sabbie dei due fiumi attuali; l'erosione dei terreni superiori e prealpini era, proporzionalmente all'erosione dei terreni più profondi e cristallini, più energica allora che non attualmente.

## C.
## Dossi.

Divideremo questi dossi, geograficamente, in quattro gruppi: [1]

1. Dossi vicini al Tartaro.
2. Dossi vicini al Menago.
3. Dossi vicini al Bussè.
4. Dossi sulla sinistra d'Adige.

### Dossi vicini al Tartaro,

1. *Contrada S. Agata di Nogara*
(Collinetta alta m. 3 sulla campagna;
sabbia presa a m. 2 dalla sommità)

Sabbia media, con miscela di elementi grossi e ghiaiosi; colore d'insieme grigio rossigno chiaro.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 2. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 6. — *Pirosseno;* augite verde-bottiglia; 6; aug. basaltica: 6. — *Orneblenda*: 5. — *Actinolite*: 9. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 7. — *Andalusite*: 9. — *Sillimanite*: 8. — *Cianite*: 7. — *Epidoto*: 7. — *Tormalina*: 8. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 7. — *Biotite*. 7. — *Clorite*: 8. — *Apatite*: 9.

Notevole la copia dei calcari e la frequenza dell'augite.

2. *Roncanuova di Gazzo Veronese.*
Località Olmo. Stabile Giuliari. M. 2 $1/2$ dalla sup.

Sabbia piuttosto fina di colore rossiccio chiarissimo.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 6. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 6. — *Pirosseno;* augite verde-bottiglia: 5. — *Anfibolo orneblenda*: 4. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 7. — *Cianite*: 7. — *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 6.

---

[1] Per l'allineamento dei dossi lungo i tre fiumi di risultiva Tartaro, Menago e Bussè, vedi la Memoria citata di E. Nicolis.

— *Staurolite*: 5. — *Muscovite*: 5. — *Biotite*: 6. — *Clorite*: 7. — *Cloritoide*: 10. — *Apatite*: 9.

È un po' più ricca di calcari della sabbia normale d'Adige; del resto ne contiene i soliti elementi tipici.

*Campalano di Nogara*
presso la nuova scuola; a m. 4 dalla sup.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 2. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 6. — *Pirosseno* augite v. bott.: 7. — *Anfibolo orneblenda*: 5; *actinolite*: 9, — *Granato*: 4. — *Zircone*: 6. — *Cianite*: 9. — *Epidolo*; 6. — *Tormalina*: 9. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 7. — *Biotite*: 7. — *Clorite*: 8. — *Apatite*: 9.

## Dossi vicini al Menago.

1. *Dosso Casotti. Villafontana.*

Sabbia piuttosto fina, con molta parte finissima, e pochi ciottoletti; colore d'insieme grigio rossiccio.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 6. — *Augite* v. bott.: 5. — *Orneblenda*: 4. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 8. — *Cianite*: 6. — *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 7. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 6. — *Biotite*: 6. — *Clorite*: 7. — *Apatite*: 9.

2. *Campolongo. — Villafontana.*

Sabbia mista a ghiaia calcare; il colore è il consueto grigio rossiccio pallido.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 7. — *Quarzo*: 2. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldispati*: 7. — *Augite*: 6. — *Orneblenda*: 5. — *Actinolo*: 9. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 9. — *Cianite*: 8. — *Epidoto*: 8. — *Tormalina*: 8. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 7. — *Biotite*: 8. — *Clorite*: 8. — *Apatite*: 9.

3. *Dosso Corte — Campolongo.*

Sabbia ineguale, grossolana, mista a ghiaia calcare e silicea, e a parti sottilmente divise: colore grigio rossastro.

*Magnetite* e *ilmenite*: 8. — *Rutilo*: 9. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 6. — *Augite*: 7. — *Orneblenda*: 5. — *Granato*: 5. — *Zircone*: 8. — *Cianite*: 8. — *Epidoto*: 8. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 7. — *Muscovite*: 6. — *Biotite*: 7. — *Clorite*: 7. — *Apatite*: 10.

4. *Tarmassia (Isola della Scala)*

(Rialzi più elevati, a m. 8 dalla campagna).

Sabbia grossolana, ineguale, con qualche ciottoletto.

*Magnetite* e *ilmenite*. 6 — *Rutilo*: 6. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 6. — *Augite*: 5. — *Orneblenda*: 4. — *Actinolite*: 8. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 6. — *Sillimanite*: 8. — *Cianite*: 7. — *Epidoto*: 7. — *Tormalina*: 5. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 6. — *Biotite*, molto alterata: 6. — *Clorite*: 7. — *Cloritoide*: 9. — *Apatite*: 8.

5. *Dosso dei Baldoni (Bovolone).*

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 7. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 5. — *Augite*: 7. — *Orneblenda*: 6. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 9. — *Cianite*: 8. — *Epidoto*: 7. — *Tormalina*: 8. — *Staurolite*: 7. — *Muscovite*: 7 — *Biotite*: 7. — *Clorite*: 8. — *Apatite*: 9.

6. *Baldoni Zorzi di Bovolone.*

*Magnetite* e *ilmenite*: 7. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 5. — *Augite*: 8. — *Orneblenda*: 6. — *Actinolite*: 9. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 8. — *Cianite*: 9. — *Epidoto*: 7. — *Tormalina*: 8. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 6. — *Biotite*: 7. — *Clorite*: 7. — *Apatite*: 10.

7. *Isolana (Concamarise).*

Sabbia a grana media, ma irregolare, con parti finissime piuttosto abbondanti: colore grigio gialliccio, un po' rossigno.

*Magnetite* e *ilmenite*: 5. — *Rutilo*: 6. — *Quarzo*: 2. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 6. — *Augite*: 7. — *Orneblenda*: 4. — *Granato*: 3. — *Zircone*: 6. — *Sillimanite*: 9. — *Cianite*: 8. — *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 4. — *Biotite*: 5. — *Clorite*: 6. — *Apatite*: 9.

8. *Isoletta.*

Sabbia molto fina, in parte cementata; colore d'insieme come la precedente.

*Magnetite* e *ilmenite*: 5. — *Rutilo*: 6. — *Quarzo*: 2. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 6. — *Augite*: 7. — *Orneblenda*: 4. — *Granato*: 3. — *Zircone*: 6. — *Cianite*: 8. — *Epidoto*: 6, — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 5. — *Muscovite*: 3. — *Biotite*: 5. — *Clorite*: 6. — *Apatite*: 8.

9. *Isoletta di sotto*

(Concamarise — Cerea)

Sabbia finissima, con parti cementate, relativamente povera di miche; colore grigio gialliccio chiaro, un poco rossigno.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. - *Rutilo*: 7. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 6. — *Pirosseno;* augite verde bott.: 6; aug. basaltica: 8. — *Anfibolo Orneblenda*: 4. — *Actinoto*: 9. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 7. — *Sillimanite*: 9. — *Cianite*: 7. — *Epidoto*: 6 — *Tormalina*: 5. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 6. — *Biotite*: 7. — *Clorite*: 8. — *Cloritoide*: 9. *Serpentino*: 9. — *Apatite*: 8.

10. *Campagnan di Concamarise*

*Magnetite* e *ilmenite*: 7. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 2. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 6. — *Augite*: 6. — *Orne-*

*blenda*: 5. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 7. — *Andalusite*: 10. — *Cianite*: 8. — *Epidoto*: 7. — *Tormalina*: 7. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 6. — *Biotite*: 6. — *Clorite*: 7. — *Titanite*: 10. — *Apatite*: 10.

## Dossi vicini al Bussé.

### 1. *Dosso Settino Goldschmidt presso Vallese.*

Sabbia grossolana, con ghiaia calcare: colore grigio rossiccio.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 7. — *Pirosseno*, augite verde bott. e basaltica: 6. — *Orneblenda*: 5. — *Granato*: 4. *Zircone*: 8. — *Sillimanite*: 9. — *Cianite*: 6. — *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 7. — *Biotite*: 7. *Clorite*: 8. — *Apatite*: 8.

### 2. *Canova (parrocchia). Isola Rizza.*

Sabbia prevalentemente fina, ma a grana irregolare, con qualche ciottoletto calcare. Colore grigio-rossiccio. È piuttosto povera di elementi pesanti.

*Magnetite* e *ilmenite*: 7. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 2. — *Feldspati*: 6. — *Augite*: 6. — *Orneblenda*: 5. — *Granato*: 5. — *Zircone*: 7. — *Sillimanite*: 9. — *Cianite*: 6. — *Epidoto*: 7. — *Tormalina*: 7. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 7. — *Biotite*: 7. — *Clorite*: 8. — *Cloritoide*: 10. *Apatite*: 9.

### 3. *Cà del Ferro.*

Sabbia a grana media, però con parti grosse e parti finissime; colore grigio-rossiccio.

*Magnetite* e *ilmenite*: 7. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 6. — *Pirosseno;* augite verde bottiglia: 7; augite basaltica: 10. — *Orneblenda*: 5. — *Actinolite*: 9. — *Granato*: 5. — *Zircone*: 8. — *Sillimanite*: 9. — *Cianite*: 7. — *Epidoto*: 8. — *Tormalina*: 8. — *Staurolite*: 6. —

*Muscovite*: 7. — *Biotite*: 8. — *Clorite*: 7. — *Cloritoide*: 10. — *Apatite*: 9.

### Dossi sulla sinistra d'Adige.

1. *Montorion*
(Minerbe — Stopazzole).

Sabbia terrosa, rossastra, ocracea per alterazione; un velo limonitico copre e incrosta buona parte dei granuli. Manipolata un po' a lungo sott'acqua, ha il consueto aspetto e colore.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 6. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 3. — *Feldspati*: 6. — *Iperstene-bronzite*: 10. — *Augite*: 6. — *Orneblenda*: 5. — *Actinolite*: 9. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 6. — *Sillimanite*: 9. — *Cianite*: 6. — *Epidoto*: 7. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 7. — *Biotite*: 7. — *Clorite*: 8. — *Cloritoide*: 9. — *Apatite*: 9.

Notevole la scarsità relativa dei calcari, in confronto alle sabbie precedenti; questo si deve senza dubbio alla alterazione.

2. *Ronchi di Stopazzole.*

Sabbia a grana irregolare, con porzioni cementate; colore grigio-rossiccio chiaro.

*Magnetite* e *ilmenite*: 5. — *Rutilo*: 6. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 5. — *Augite*: 6. — *Orneblenda*: 5. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 7. — *Cianite*: 6. — *Epidoto*: 7. — *Tormalina*: 7. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 6. — *Biotite*: 6. — *Clorite*: 7. — *Apatite*: 8.

3. *Motta di Pavarana*
presso Madonna di Lonigo.

Sabbia piuttosto fina, anche con parti estremamente fine e cementate; colore grigio-rossiccio.

*Magnetite* e *ilmenite*: 7. — *Rutilo*: 6. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 5. — *Augite*: 6. — *Orneblenda*: 4. — *Actinolite*: 7. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 6. —

*Sillimanite*: 8. — *Cianite*: 7. — *Epidoto*: 7. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 5. — *Muscovite*. 6. — *Biotite*: 7. — *Clorite*: 7. — *Apatite*: 8.

4. *Baldaria di Cologna*
a m. 1.50 d. superf.

Sabbia media, a grana irregolare, di color grigio rossiccio.
*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 6. — *Augite*: 6. — *Orneblenda*: 4. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 7. — *Cianite*: 8. — *Epidoto*: 8. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 7. — *Biotite*: 7. — *Clorite*: 8. — *Cloritoide*: 10. — *Apatite*: 10.

Chi prenda a considerare nell' insieme i risultati dell'esame microscopico di tutte queste sabbie dei *dossi*, non può a meno di avvertire la grande uniformità di composizione e di aspetto ch'esse presentano. Sono sempre gli elementi d'Adige o di Adige-Sarca con predominio forte del primo, e, salve le oscillazioni dipendenti da circostanze casuali o dalle inevitabili inesattezze di apprezzamento dell' osservatore, all' incirca nelle normali proporzioni di quantità; eccezione fatta per i granuli di rocce carbonate, calcari e dolomie, i quali, precisamente come nelle sabbie della grande conoide diluviale, sono generalmente in decisa prevalenza sul quarzo, o almeno in quantità eguale, ciò che assolutamente non avviene mai nelle sabbie attuali, in nessun punto del corso. Questa ricchezza di calcari, attestante nel periodo di formazione delle sabbie una prevalente erosione delle prealpi e degli orizzonti superiori, e corrispondente a quella osservata nei materiali diluviali, è, a mio avviso, un documento di antichità per le sabbie dei dossi, e un argomento che non mi sembra debole a confortare il riferimento cronologico osato dal collega e amico Nicolis.

Un altro fatto colpisce subito chi esamini i campioni di questi materiali, e li confronti: la disformità di grana, e la ineguaglianza estrema del diametro dei singoli granuli componenti: accanto ad un limo finissimo si trovano granuli sabbiosi di crescente diametro, e perfino dei ciottolini di varia natura. Ora

questa osservazione può da sola bastare ad escludere il dubbio che i dossi rappresentino *cordoni litorali*, *dune marine*, o *dune continentali*. Secondo tutti gli autori che hanno studiato tali formazioni, la caratteristica del lavoro del mare e del vento è appunto la classificazione dei materiali per grossezza, e la grande uniformità di grana delle sabbie così accumulate; nelle dune continentali questo fatto sarebbe reso anche più evidente per la corrosione mutua dei granuli, che li arrotonda e li rende come smerigliati. Thoulet, Rolland e Retgers hanno insistito molto su questo, e con ragione, e mostrarono come le sabbie delle dune abbiano per i loro granuli una specie di dimensione-limite minima. Lo studio da me eseguito e più sopra esposto sulle sabbie delle dune di Contarina-Donada e del Lido Adriatico confermano in modo assoluto queste osservazioni, e il confronto col materiale dei dossi non potrebbe essere più chiaro.

Il mio avviso è che piuttosto i dossi rappresentino gli avanzi di argini naturali, di materiali trasportati e in parte smossi e rimestati dalla fiumana torrenziale che scendeva dai ghiacciai in dissoluzione, con velocità mutevole, e corso capricciosamente vagante. Anche in questo sono lieto di trovarmi d'accordo col Nicolis, che ad una conforme conclusione arrivava per tutt' altra via.

## D.

## Corsi alluviali.

### 1. *Presso Soave, verso Villabella.*

Sabbia media, di colore grigio rossastro, non ricca di miche.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 6. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 2. — *Feldspati*: 5. — *Pirosseno*: augite verde bott.: 6; aug. basaltica: 10. — *Orneblenda*: 5. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 6. — *Cianite*: 6. — *Epidoto*: 6 — *Tormalina*: 5. — *Muscovite*: 6. — *Biotite*: 7. — *Clorite*: 8. — *Apatite*: 8.

2. *Boschi S. Marco.*

Sabbia piuttosto fina, grigio-rossastra chiara, lievemente traente al gialliccio; un po' alterata superficialmente.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 7. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* etc.: 1. — *Feldspati*: 5. — *Augite*: 6. — *Orneblenda*: 5. — *Actinolite*: 8. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 6. - *Andalusite*: 9. — *Cianite*: 6, — *Epidoto*: 7. — *Tormalina*: 7. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 6, — *Biotite*: 7. — *Clorite*: 7. — *Cloritoide*: 9. — *Apatite*: 8.

3. *Fior di Spin presso Orgiano.*

Sabbia media di grana piuttosto uniforme, grigio-rossastra.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 7. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 6. — *Pirosseno*: augite v. bott.: 5; aug. bas.: 8. — *Orneblenda*: 5. — *Actinolite*: 8. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 7. — *Andalusite*: 10. — *Sillimanite*: 9. — *Cianite*: 6. — *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 5. — *Muscovite*: 6. — *Biotite*: 6. — *Clorite*: 7. — *Cloritoide*: 10. — *Apatite*: 8.

4. *Ponte S. Fidenzio.*
(Cava Borgofuro, a m. 3 d. superf.)

Solito aspetto e colore; grana un po' grossa.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 6. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 2. — *Feldspati*: 6. — *Pirosseno*: a. v. b.: 5; a. bas.: 10. — *Orneblenda*: 5. — *Actinolite*: 8. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 7. — *Sillimanite*: 10. — *Cianite*: 7. *Epidoto*: 7. — *Tormalina*: 7. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 5. — *Biotite*: 5. — *Clorite*: 6. — *Apatite*: 9.

5. *Cucca (a N. del paese).*

Sabbia piuttosto grossetta, con qualche ciottolino, specialmente porfirico; colore grigio rossastro.

*Magnetite* e *ilmenite*: 7. — *Rutilo*: 7. — *Quarzo*: 1. —

*Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 6. — *Pirosseno*; aug. v. b.: 6; aug. bas.: 8. — *Orneblenda*: 5. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 7. — *Sillimanite*: 9. — *Cianite*: 6. — *Epidoto*: 8. — *Tormalina*: 8. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 7. — *Biotite*: 7. — *Clorite*: 8. — *Serpentino*: 9. — *Apatite*: 9.

6. *Prà. (Fra Villa Estense ed Este.)*

Sabbia media, di color grigio rossastro un po' bruno, ricca di miche ed elementi pesanti.

*Magnetite* e *ilmenite*: 5. — *Rutilo*: 6. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 6. — *Ipersteno-bronzite*: 10. — *Augite*: 4. — *Orneblenda*: 4. — *Actinolite*: 8. — *Granato*: 3. — *Zircone*: 6. — *Sillimanite*: 9. — *Cianite*: 6. — *Epidoto*: 5. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 5. — *Muscovite*: 4. — *Biotite*: 5, — *Clorite*: 6. — *Apatite*: 8.

7. *Spessa di Cologna Veneta.*

Sabbia grossolana, con ciottolini prevalentemente calcari, e parti finamente divise; color grigio rossastro chiaro.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 7. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 6. — *Ipersteno*: 10. — *Pirosseno;* augite v. b.: 6; aug. bas.: 8. — *Orneblenda*: 5. — *Actinolite*: 9. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 8. — *Sillimanite*: 9. *Cianite*: 6. — *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 7. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 7. — *Biotite*: 7. — *Clorite*: 7. — *Cloritoide*: 10. — *Apatite*: 8.

Le sette sabbie descritte in questo capitolo sono molto simili tra di loro, e, specialmente le sei prime, si differenziano decisamente da quelle dei dossi e della conoide diluviale per il predominio deciso della silice e degli elementi silicati sui carbonati, per la mancanza del sottil limo calcare, per il colore grigio rossastro un po' bruno, e, in complesso, per una maggiore e più evidente rassomiglianza con le sabbie attualmente trasportate dal nostro fiume.

In tutto poi, dal lato mineralogico, si tratta sempre, ed esclusivamente, di materiale d'Adige caratteristico, secondo ogni probabilità, non rimaneggiato o rimescolato.

## E.

## Corsi relitti in epoca storica.

### 1. *Lupia di Montagnana.*

Sabbia grossolana, con parecchi ciottoletti di porfido quarzifero, e numerose lamelle di mica, specialmente muscovite. Colore d'insieme grigio-bruno rossastro.

*Magnetite* e *ilmenite*: 7. — *Rutilo*: 7. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 2. — *Feldspati*: 6. — *Augite*: 6. — *Orneblenda*: 5. — *Actinolite*: 10. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 8. — *Cianite*: 7. — *Epidoto*: 6 — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 6. *Muscovite*: 3. — *Biotite*: 4. — *Clorite*: 6. — *Cloritoide*: 10. — *Apatite*: 8.

### 2. *Stazione di Ospedaletto Euganeo.*

Sabbia piuttosto grossolana, di colore grigio rossastro tendente al bruno.

*Magnetite* e *ilmenite*: 5. — *Rutilo*: 7. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 3. — *Feldspati*: 5. — *Pirosseno*: augite v. b.: 5; aug. bas. 8. — *Orneblenda*: 5. — *Actinolite*: 8. — *Granato*: 3. — *Zircone*: 7. — *Sillimanite*: 9. — *Cianite*: 6. *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 5. — *Muscovite*: 5. — *Biotite*: 5. — *Clorite*: 6. — *Serpentino*: 9. — *Apatite*: 9.

Le sabbie descritte in questo capitolo hanno tutti i caratteri più tipici e sicuri che contraddistinguono le attuali d'Adige dalle quali non sarebbe assolutamente possibile distinguerle per aspetto e composizione.

## F
## Pozzi e scavi diversi.

1. *Garda.*
Pozzo Piana. Piazza San Stefano.
(m. 49.85 dalla sup.)

*Magnetite* e *ilmenite:* 7. — *Rutilo:* 8. — *Quarzo:* 2. — *Calcite* e *dolomite:* 1. — *Feldspati:* 6. — *Augite:* 6. — *Orneblenda:* 5. — *Granato:* 5. — *Zircone:* 8. — *Cianite:* 9. — *Epidoto:* 7. — *Tormalina:* 6. — *Staurolite:* 7. — *Muscovite:* 6. — *Biotite:* 7. — *Clorite:* 7. — *Apatite:* 10.

Gli elementi che costituiscono questo materiale sono per gran parte provenienti con sicurezza dall'attuale bacino dell'Adige.

Esaminai anche sabbie provenienti da livelli superiori della trivellazione, e le trovai della stessa composizione sopra esposta. È notevole il predominio dei calcari sul quarzo.

2. *Bardolino.*
Pozzo Piana, prof. m. 21-22 d. s.

*Pirite:* 10. — *Magnetite e ilmenite:* 7. — *Rutilo:* 7. — *Quarzo:* 1. — *Calcite* e *dolomite:* 1. — *Feldspati:* 6. — *Augite:* 6. — *Orneblenda:* 5. — *Actinolite:* 10. — *Granato:* 5 — *Zircone:* 8. — *Cianite:* 10. — *Epidoto:* 7. — *Tormalina:* 6. *Staurolite:* 6. — *Muscovite:* 6. — *Biotite:* 7. — *Clorite:* 7. — *Apatite:* 10.

Anche in questa sono adunque presenti gli elementi caratteristici d'Adige.

4. *S. Tomà (a sud di Lonigo)*
prof. m. 22 d. s.

Sabbietta fina, grigio-rossiccia tendente un po' al giallognolo.

*Magnetite* e *ilmenite:* 5. — *Rutilo:* 8. — *Quarzo:* 1. — *Calcite:* 2. — *Feldspati;* 5. — *Augite:* 5. — *Orneblenda:* 4. — *Granato:* 3. — *Zircone:* 7. — *Andalusite:* 9. — *Sillima-*

*nite:* 9. — *Cianite:* 6. — *Epidoto:* 6. — *Tormalina:* 6. — *Staurolite:* 5. — *Muscovite:* 7. — *Biotite:* 7. — *Clorite:* 8. — *Apatite:* 8.

Questa sabbia, piuttosto ricca di parti pesanti, contiene tutti gli elementi d'Adige nelle consuete proporzioni, e ha l'aspetto di materiale non rimaneggiato. I calcari non sono qui in proporzione superiore alla solita.

5. *Sabbione ai Ronchi pr. Caselle*
m. 27. d. s.

Sabbia fina, di color grigio un po' rossiccio; ricca di miche e di elementi pesanti.

*Magnetite* e *ilmenite:* 5. — *Rutilo:* 8. — *Quarzo:* 1. — *Calcite* e *dolomite:* 2. — *Feldspati:* 5. — *Augite:* 6. — *Orneblenda:* 5. — *Actinolite:* 8. — *Granato:* 4. — *Zircone:* 7. *Sillimanite:* 9. — *Cianite:* 7. — *Epidoto;* 7. — *Tormalina:* 6. *Staurolite:* 5. — *Muscovite:* 5. — *Biotite:* 5. — *Clorite:* 6. — *Cloritoide:* 10. — *Apatite:* 7.

Si tratta evidentemente, anche in questo caso, di materiale d'Adige, tipico.

6. *Villa Bartolomea. Località Brancaglia.*
m. 19.55 d. s.

Sabbia a grana media, di color grigio un po' rossiccio.

*Magnetite e ilmenite:* 7. — *Rutilo:* 9. — *Quarzo:* 1. — *Calcite* e *dolomite:* 1. — *Feldspati:* 6. — *Augite* v. b.: 5. — Aug. bas.: 8. — *Orneblenda:* 4. — *Granato:* 4. — *Zircone:* 8. — *Sillimanite:* 8. — *Cianite:* 7. — *Epidoto:* 6. — *Tormalina:* 6. — *Staurolite:* 6. — *Muscovite:* 6. — *Biotite:* 6. — *Clorite:* 7. — *Apatite:* 10.

Anche questa sabbia consta di materiali d'Adige caratteristici.

7. *Noventa.*

Sabbietta grigio-rossiccia, piuttosto fina, con porzioni cementate.

*Magnetite* e *ilmenite:* 6. — *Rutilo:* 7. — *Quarzo:* 1. — *Calcite* e *dolomite:* 1. — *Feldspati:* 6. — *Augite:* 5. — *Orneblenda:* 5. — *Actinolite:* 8. — *Granato:* 4. — *Zircone:* 8. — *Cianite:* 8. = *Epidoto:* 6. — *Tormalina:* 8. — *Staurolite:* 5. — *Muscovite:* 5. — *Clorite:* 6. — *Apatite:* 8.

Le caratteristiche di questa sabbia sono analoghe a quelle delle due precedenti, e mi pare probabile trattarsi di materiale d'Adige genuino.

8. *Bagnolo — Barchesse.*

m. 14. d. s.

Sabbia a grana media, di color grigio rossiccio chiaro.

*Magnetite* e *ilmenite:* 7. — *Rutilo:* 9. — *Quarzo:* 3. — *Calcite* e *dolomite:* 1. — *Feldspati:* 5. — *Augite* v. b.: 7. — *Augite bas.:* 8. — *Orneblenda:* 5. — *Granato:* 5. — *Zircone:* 10. — *Andalusite:* 7. — *Sillimanite:* 8. — *Cianite:* 7. — *Epidoto:* 6. — *Tormalina:* 8. — *Staurolite:* 6. — *Muscovite:* 6. — *Biotite:* 6. — *Apatite:* 9.

Questa sabbia contiene tutti gli elementi caratteristici d'Adige: ma è notevole in essa la forte preponderanza dei calcari sul quarzo; la prevalenza decisa degli anfiboli sui pirosseni; la diffusione dell'andalusite, che contro al solito è eguale a quella della cianite, e superiore a quella della sillimanite. Con questi elementi parmi poter rilevare un carattere analogo a quello delle sabbie prima descritte della conoide diluviale Adige-Sarca, corrispondente a una miscela degli elementi dei due bacini.

9. *Caldiero.*

Pozzo in piazza. *a*) prof. m. 31.50 d. s.

Sabbia a grana media, grigio-gialliccia per un po' di alterazione superficiale: rapidamente lavata con HCl diluito e tepido, assume il solito colore grigio rossiccio.

*Magnetite* e *ilmenite:* 8. — *Rutilo:* 9. — *Quarzo:* 3. — *Calcite* e *dolomite:* 1. — *Feldspati:* 7. — *Augite:* 8. — *Orneblenda:* 6. — *Granato:* 5. — *Zircone:* 9. — *Sillimanite:* 9. — *Cianite:* 8. — *Epidoto:* 8. — *Tormalina:* 8. — *Stauroli-*

*te:* 6. — *Muscovite:* 8. — *Biotite:* 8. — *Clorite:* 8. — *Apatite:* 10.

Gli elementi pesanti d'Adige sono presenti, ma come perduti in una grande quantità di granuli di carbonati; anche le miche sono scarse.

*b*) prof. m. 39.50.

*Magnetile* e *ilmenite:* 7. — *Rutilo:* 9. — *Quarzo:* 2. — *Calcite* e *dolomite:* 1. — *Feldspati:* 7. — *Augite:* 8. — *Orneblenda:* 6. — *Granato:* 5. — *Zircone:* 9. — *Sillimanite:* 10. — *Cianite:* 8. — *Epidoto:* 8. — *Tormalina:* 9. — *Staurolite:* 7. — *Muscovite:* 7. — *Biotite:* 8. — *Clorite:* 8. — *Apatite:* 10.

Per questo livello si può ripetere quanto dissi a proposito del precedente. È difficile affermare alcun che di preciso su queste due sabbie, che sembrerebbero, a mio parere, risultare dalla miscela di elementi d'Adige con sabbia di origine prealpina più prossima alla località dove furono raccolte.

10. *Soave.*

Pozzo Piana. prof. m. 17 d. s.

Sabbia abbastanza fina, a grana regolare; ha colore grigio, senza la solita tendenza al rossiccio; anzi traente piuttosto al grigio verdognolo.

*Magnelite* e *ilmenite:* 5. — *Rutilo:* 9. — *Quarzo:* 1. — *Calcite* e *dolomite:* 3. — *Feldspati:* 6. — *Augite:* 5. — *Orneblenda:* 5. — *Actinolite:* 8. — *Granato:* 3. — *Zircone:* 7. — *Sillimanite:* 9. — *Cianite:* 6. — *Epidoto:* 6. — *Tormalina:* 6. — *Staurolite:* 5. — *Muscovile:* 5. — *Biotite:* 5. — *Clorite:* 5. — *Cloritoide:* 9. — *Apatite:* 8.

Risulta da questo esame che nonostante il colore diverso dal consueto, la composizione mineralogica è quella di una sabbia d'Adige normale (v. a pag. 81).

11. *Albaredo d' Adige.*
Prof. m. 27-28.60 d. s.

Sabbia fina, ricca di miche; color grigio, traente un poco al grigio verdiccio.

*Magnetite* e *ilmenite*: 7. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 3. — *Feldspati*: 6. — *Augite* v. bott.: 5. — *Orneblenda*: 5. — *Granato*. 5. — *Zircone*: 8. — *Sillimanite*: 9. — *Cianite*: 6. — *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 4. — *Biotite*, completamente inverdita: 5. — *Clorite*: 6. — *Serpentino*: 9. — *Apatite*: 10.

I componenti mineralogici sono i soliti della sabbia d'Adige. Notevole la scarsità relativa dei calcari e la tinta d'insieme fredda. Analoga alla precedente.

12. *Oppeano*
prof. m. 40-46.30 d. s.

Sabbia abbastanza fina; colore grigio come i n. 10 e 11.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 9. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 3. — *Feldspati*: 6. — *Augite*: 5. — *Orneblenda*: 4. — *Actinolite*: 8. — *Granato*: 3. — *Zircone*: 9. — *Andalusite*: 9. — *Cianite*: 6. — *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 5. — *Muscovite*: 4. — *Biotite*: 5. — *Clorite*: 4. — *Cloritoide*: 10. — *Apatite*: 9.

Si può ripetere per questa sabbia quanto fu notato per le due precedenti.

13. *Valli di Villa Bartolomea*
Fondo C. Sambonifacio prof. m. 25 d. s.

Sabbia a grana media, di color grigio un poco tendente al verdiccio.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 9. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 3. — *Feldspati*: 5. — *Augite*: 7. — *Orneblenda*: 5. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 7. — *Cianite*: 6. — *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 5. — *Muscovite*: 5. — *Biotite*: 6. — *Clorite*: 6. — *Apatite*: 9.

Nonostante la sua tinta fredda, questa sabbia è come le tre precedenti costituita da materiali d'Adige.

14. *Bevilacqua*

**Fraz. Marese. Piazza. prof. m. 20.89 d. s.**

Sabbia discretamente fina, di colore grigio; aspetto analogo alle quattro ultime descritte.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 2. — *Feldspati*: 5. — *Augite*: 5. — *Orneblenda*: 4. — *Actinolite*: 8. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 7. — *Sillimanite*: 8. — *Cianite*: 7. — *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 5. — *Biotite*: 6. — *Clorite*: 6. — *Apatite*: 8.

Gli elementi mineralogici di questa sabbia sono adunque, nonostante il colore d'insieme, quelli caratteristici del materiale attuale d'Adige.

15. *Salizzole*

Fraz. Bionde. m. 18.49 d. s.

Sabbia fina, grigia.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*; 9. — *Quarzo*. 1. — *Calcite* e *dolomite*: 3. — *Feldspati*: 5. — *Augite*: 6. — *Orneblenda*: 4. — *Actinolite*: 8. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 7. — *Sillimanite*: 9. — *Cianite*: 6. — *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 5. — *Staurolite*: 5. — *Biotite*: 5. — *Muscovite*: 5. — *Clorite*: 5. — *Cloritoide*: 10. — *Apatite*: 8.

Anche questa sabbia consta solo di tipici elementi d'Adige.

16. *Borghesana*

Stabile Jacur. prof. m. 15-19 d. s.

Sabbia fina, con parti finissime, ricca di miche; colore d'insieme decisamente grigio verdognolo.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 9. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 3. — *Feldspati*: 5. — *Augite*: 6. — *Orneblenda*: 5. — *Actinolite*: 7. — *Granato*: 5. — *Zircone*: 8. *Cianite*: 6. — *Epidoto*: 7. — *Tormalina*: 7. — *Staurolite*. 6.

— *Muscovite*: 5. — *Biotite*: 5. — *Clorite*: 5. — *Cloritoide*: 9. — *Apatite*: 9.

Gli elementi di questa sabbia sono pure i consueti caratteristici dei genuini materiali d'Adige.

---

Tutte e sette le ultime sabbie descritte hanno comune il disaccordo apparente tra l'aspetto macroscopico e la composizione mineralogica. La tinta d'insieme decisamente fredda, tendente al verdastro, è affatto diversa da quella che presentano le sabbie d'Adige attuali; viceversa, la composizione mineralogica è perfettamente la stessa, non solo nella qualità, ma nei rapporti di quantità. Io credo che si tratti qui di un semplice fenomeno di alterazione chimica, che si rivela del resto facilmente con l'inverdimento quasi sempre completo, o molto avanzato, della biotite. Separando in porzioni queste sabbie con la soluzione di Thoulet, è facile vedere che il colore rossiccio della separazione ultima, contenente i materiali più leggeri, cioè ortoclasio e pasta felsitica, è perfettamente conservato; invece sono decisamente verdastre le porzioni contenenti miche o quarzo inquinato di miche; e non sono affatto rossastre le porzioni contenenti calcari, i quali del resto sono, in tutte queste sabbie, relativamente assai subordinati. Si direbbe anzi che al processo di alterazione delle miche siasi aggiunta una parziale dissoluzione dei calcari.

Ma è necessario far notare come questo fenomeno sia diverso dal processo di alterazione delle sabbie superficiali, in contatto con l'atmosfera: in questo ultimo caso il materiale si impoverisce di calcite, e la biotite si altera, ma sempre con notevole segregazione di ossidi di ferro che incrostano i granuli di calcari, ed altri, si infiltrano nelle incrinature di sfaldatura delle miche, e finiscono per dare all'insieme un colore ocraceo caratteristico: è una *alterazione con ossidazione.*

Nel nostro caso invece, si direbbe che il processo sia avvenuto in profondità, in un ambiente ricco di acido carbonico, non ossidante, e fors'anche decisamente riducente, così che il carbonato ferroso delle rocce carbonate potè essere asportato con gli altri carbonati, senza ossidarsi, e la biotite seguì il passaggio normale in clorite, più o meno completamente. È cioè una *alterazione senza ossidazione.*

L'importanza di questo fenomeno non mi pare trascurabile, e consiste in questo particolarmente: che tutte le sabbie profonde, qualunque sia la loro origine, finiscono per assumere un colore grigio freddo e verdognolo uniforme; e l'aspetto macroscopico che, a mo' d'esempio, non permette il dubbio tra i materiali attuali d'Adige e di Po, è affatto insufficente, anche come semplice indizio, anzi può trarre in grave errore, nel caso di una sabbia profonda alterata in questa maniera. È solamente la ricerca mineralogica completa e sistematica che può risolvere il problema.

17. *Casaleone — Fazzabella.*

*a)* prof. m. 18. d. s.

Sabbia grossetta, di colore grigio rossastro, un po' traente al bruno.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 3. — *Feldspati*: 5. — *Augite* verde bottiglia: 5; augite basaltica: 8. — *Orneblenda*: 5. — *Actinolite*: 9. — *Tremolite*: 10. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 9. — *Sillimanite*: 9. — *Cianite*: 8. — *Epidoto*: 7. — *Tormalina*: 8. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 5. — *Biotite*: 5. — *Clorite*: 6. — *Serpentino*: 9. — *Apatite*: 10.

*b)* prof. m. 31,26 d. s.

Sabbia fina, a grana piuttosto irregolare, ricca di miche; colore d'insieme grigio, freddo.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 9. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 3. — *Feldspati*: 6. — *Augite*: 5. — *Orneblenda*: 4. — *Actinolite*: 10. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 9. — *Sillimanite*: 8. — *Cianite*: 6. — *Epidoto*: 5. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 5. — *Muscovite*: 4. — *Biotite*: 4. — *Clorite*: 5. — *Serpentino*: 9. — *Apatite*: 9.

*c)* prof. m. 34-36 d. s.

Sabbia fina, di color grigio, ricca di parti pesanti e povera di miche.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 7. — *Feldspati*: 6. — *Augite* verde b.: 7. — *Orneblenda*: 4. — *Actinolite*: 7. — *Granato*: 3. — *Zircone*: 6. — *Andalusite*: 9. — *Sillimanite*: 8. — *Cianite*: 5. — *Epidoto*: 4. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 5. — *Muscovite*: 6. — *Biotite*: 7. — *Clorite*: 6. — *Cloritoide*: 9. — *Serpentino*: 9. — *Apatite*: 8.

Incerta è la presenza del *glaucofane;* ad ogni modo, se presente, di una estrema rarità.

Di queste tre sabbie la prima *a)* è una delle solite sabbie d'Adige, con colore e composizione normali; la *b)* è invece una di quelle inverdite per alterazione profonda, ma, per la composizione mineralogica, ancora normale; la terza, *c)*, oltre all'aspetto generale, presenta particolarità notevoli anche riguardo alla composizione.

Infatti, la calcite relativamente assai scarsa; l'augite pure un po' scarsa; la cianite e l'epidoto un poco più abbondanti del consueto; gli anfiboli chiari discretamente ben rappresentati, potrebbero forse far pensare ad una miscela con elementi di Po; e la presenza del glaucofane, se accertata con sicurezza, renderebbe assai attendibile questa ipotesi. Tuttavia la mancanza dell'ipersteno, il dubbio sulla presenza del glaucofane, e l'aspetto degli anfiboli chiari, che non mi sembrano quelli caratteristici di Po, mi tengono incerto. Forse si tratta di una delle consuete sabbie d'Adige (molto alterata in profondità, con inverdimento completo e avanzata dissoluzione della calcite), che ha assunto qualche scarso ed accessorio elemento di Po per rimescolamento di depositi anteriori.

18. *Mantova.*

Pozzo in Piazza Dante.

*a)* Prof. m. 50-76 d. s.

Sabbia grigia, piuttosto grossolana, punteggiata di rossiccio e di verdastro; la tinta d'insieme è fredda.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 3. — *Feldspati*: 5. — *Augite* v. bott.: 5. — *Orneblenda*: 4. — *Actinolite*: 8. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 8. — *Sillimanite*: 9. — *Cianite*: 7. — *Epidoto*: 6. — *Tor-*

*malina*: 6. — *Staurolite*: 5. — *Muscovite*: 4. — *Biotite* i. p. inverdita: 5. — *Clorite*: 5. — *Apatite*: 9.

*b)* Prof. m. 79-91 d. s.

Sabbia grossa, ricca di miche; colore grigio verdastro.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 6. — *Ipersteno*: 8. — *Orneblenda*: 4. — *Actinolite*: 5. — *Tremolite*: 8. — *Glaucofane*: 6. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 7. — *Andalusite*: 9. — *Sillimanite*: 9. — *Cianite*: 5. — *Zoisite*: 9. — *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 3. — *Biotite*: 4. *Clorite*: 5. — *Cloritoide*: 9. — *Serpentino*: 8. — *Titanite*: 10. *Apatite*: 8.

Di queste due sabbie, la prima è certamente d'Adige o Adige-Sarca, senza altra miscela; la seconda, per la mancanza dell'augite, la presenza del glaucofane, e la frequenza dell'actinolite si rivela con sicurezza quale sabbia di Po. I materiali dei livelli superiori a m. 50 si rivelano materiali d'Adige normali; altri invece di livelli inferiori, da 94 a 100 m. d. s, risultano da miscela di elementi d'Adige e di Po. L'area su cui giace attualmente Mantova era dunque in quel tempo (parte dell'epoca diluviale) percorsa alternativamente da Adige e Po, nel quale ultimo probabilmente influiva la fiumana che scendeva da N. dal bacino Adige-Garda.

19. *Bottura.*

(Carbonara di Po. Sud di Bergantino)

*a)* Prof. m. 22 d. s.

Sabbia fina, grigia, piuttosto ricca di miche.

*Magnetite* e *ilmenite*: 7. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 3. — *Feldspati*: 6. — *Augite*: 6. — *Orneblenda*: 5. — *Actinolite*: 7. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 7. — *Cianite*: 7. — *Epidoto*: 7. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 4. — *Biotite*: 5. — *Clorite*: 5. — *Cloritoide*: 9. — *Apatite*: 8.

*b)* Prof. m. 26 d. s.

Sabbietta fina, di color grigio chiaro.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 4. — *Feldspati*: 7. — *Augite*: 6. — *Orneblenda*: 4. — *Actinolite*: 6. — *Tremolite*: 9. — *Glaucofane*: 9. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 8. — *Cianite*: 7. — *Epidoto*: 7. — *Tormalina*: 5. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 4. — *Biotite*: 4. — *Clorite*: 5. — *Cloritoide*: 9. — *Apatite*: 8.

*c)* Prof. m. 30,50 d. s.

Sabbia fina, di color grigio chiaro, ricca di miche.

*Magnetite* e *ilmenite*: 7. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 4. — *Feldspati*: 7. — *Ipersteno*: 9. — *Augite* verde bott.: 6; augite basaltica: 8. — *Orneblenda*: 4. — — *Actinolite*: 6. — *Tremolite*: 8. — *Glaucofane*: 8. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 8. — *Sillimanite*: 9. — *Cianite*: 7. — *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 5. — *Muscovite*: 4. — *Biotite*: 5. — *Clorite*: 5. — *Cloritoide*: 9. — *Apatite*: 8.

Dei tre livelli studiati, il primo consta di materiale d'Adige, un poco inverdito, ma probabilmente senza miscela di altra natura; il secondo consta ancora in prevalenza di materiali d'Adige, ma con una certa proporzione di sabbia di Po ad esso mescolata; il terzo e più profondo ha tutti i caratteri di una vera miscela delle sabbie di Adige e di Po, forse con un poco di predominio dei materiali del primo.

Il fatto è degno di nota, perchè la località in questione è sulla destra del Po, corso attuale.

20. *Roverchiara* s. *Adige*.

Pozzo Piana.

*a)* Prof. m. 31-39.

Sabbia fina, di colore grigio chiaro.

*Magnetite* e *ilmenite*: 7. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 1. —

*Calcite* e *dolomite:* 3. — *Feldspati:* 6. — *Augite:* 6. — *Orneblenda:* 5. — *Actinolite:* 8. — *Granato:* 5. — *Zircone:* 7. — *Andalusite:* 10. — *Sillimanite:* 9. — *Cianite:* 7. — *Epidoto:* 6. — *Tormalina:* 6. — *Staurolite:* 7. — *Muscovite:* 5. — *Biotite:* 5. — *Clorite:* 5. — *Apatite:* 9.

*b)* Prof. m. 39-40 d. s.

Sabbia fina, di colore grigio chiaro come la precedente.

*Magnetite* e *ilmenite:* 6. — *Rutilo:* 8. — *Quarzo:* 1. — *Calcite* e *dolomite:* 3. — *Feldspati:* 6. — *Augite:* 5. — *Orneblenda:* 4. — *Actinolite:* 6. — *Glaucofane:* 9. — *Granato:* 4. — *Zircone:* 7. — *Sillimanite:* 9. — *Cianite:* 7. — *Epidoto:* 5. — *Tormalina:* 6. — *Staurolite:* 5. — *Muscovite:* 4. — *Biotite:* 4. — *Clorite:* 5. — *Apatite:* 8.

Mentre per la prima di queste due sabbie si può ritenere molto probabile trattarsi di pura sabbia d'Adige inverdita per alterazione, nella seconda e più profonda sono presenti, benchè scarsi, alcuni elementi di Po; si tratta forse di una miscela per rimestamento di depositi anteriori.

21. *Legnago.*
Pozzo Piana. Prof. m. 100 d. s.

Sabbia fina, di color grigio un po' tendente al verdiccio.

*Magnetite* e *ilmenite:* 5. — *Rutilo:* 7. — *Quarzo:* 1. — *Calcite* e *dolomite:* 3. — *Feldspati:* 6. — *Ipersteno:* 9. — *Augite:* 5. — *Orneblenda:* 4. — *Actinolite:* 6. — *Tremolite:* 9. — *Glaucofane:* 9. — *Granato:* 3. — *Zircone:* 8. — *Andalusite:* 10. — *Sillimanite:* 9. — *Cianite:* 8. — *Epidoto:* 5. — *Tormalina:* 6. — *Staurolite:* 5. — *Muscovite:* 5. — *Biotite*, i. p. inverdita: 5. — *Clorite:* 6. — *Apatite:* 9.

Gli elementi d'Adige sono presenti non solo, ma fortemente dominanti; si può ripetere quindi quanto fu detto per il n.° 20 *b*).

In livelli superiori dello stesso pozzo fu riscontrata sempre sabbia d'Adige pura e caratteristica.

22. *Molinella di Lendinara.*

*a)* Prof. m. 25 d. s.

Sabbia minuta, grigio-rossiccia, ricca di miche.

*Magnetite* e *ilmenite*: 7. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldispati*: 5. — *Augite*: 5. — *Orneblenda*: 4. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 8. — *Sillimanite*: 9. *Cianite*: 6. — *Epidoto*: 7. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 5. — *Biotite*: 5. — *Clorite*: 6. — *Apatite*: 9.

*b)* Prof. m. 33 d. s.

Sabbia grossolana, a tinta grigia fredda.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 6. — *Feldspati*: 6. — *Ipersteno*: 8. — *Augite*: 7. — *Orneblenda*: 4. — *Actinolite*: 6. — *Glaucofane*: 8. — *Granato*: 3. — *Zircone*: 8. — *Sillimanite*: 9. — *Cianite*: 6. *Epidoto*: 7. — *Tormalina*: 7. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 6. — *Biotite*: 6. — *Clorite*: 6. — *Cloritoide*: 9. — *Serpentino*: 8. *Apatite*: 9.

*c)* Prof. m. 36 d. s.

Sabbia grossolana, di colore identico alla precedente.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 9. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 3. — *Feldspati*: 5. — *Ipersteno*: 9. — *Augite*: 7. — *Orneblenda*: 4. — *Actinolite*: 6. — *Tremolite*: 9. — *Glaucofane*: 8. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 9. — *Andalusite*: 10. — *Sillimanite*: 9. — *Cianite*: 6. — *Epidoto*: 7. — *Tormalina*: 7. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 6. — *Biotite*: 6. — *Clorite*: 5. — *Serpentino*: 9. — *Titanite*: 10. — *Apatite*: 8

Mentre per la sabbia *a)* si può asserire con sicurezza trattarsi di sabbia d'Adige non alterata, anzi piuttosto ricca in calcari, per le due più profonde si riconosce all'evidenza essere desse costituite di miscela di elementi d'Adige e di Po.

23. *Pelizzara.*
presso Rovigo. Stabile Bedendo
Prof. m. 11 d. s.

Sabbia fina, ricca di miche, colore grigio chiaro.

*Magnetite* e *ilmenite:* 7. — *Rutilo:* 8. — *Quarzo:* 1. — *Calcite* e *dolomite:* 3. — *Feldspati:* 5. — *Iperstend:* 9. — *Augite:* 6. — *Orneblenda:* 5. — *Actinolite:* 5. — *Tremolite:* 9. *Glaucofane:* 6. — *Granato:* 4. — *Zircone:* 7. — *Cianite:* 7. — *Epidoto:* 6. — *Tormalina:* 6. — *Staurolite:* 6. — *Muscovite:* 5. — *Biotite:* 6. — *Clorite:* 5. — *Apatite:* 9.

Anche questa sabbia è, con tutta evidenza, una miscela di Adige e Po, senza predominio di alcuna delle due sull'altra.

24. *Brondolo.*
Lungo il margine della Laguna.
*a)* Prof. m. 7 dal pelo marino.

Sabbia fina a grana irregolare; molto limo; allontanato questo con la levigazione, le parti rimaste hanno colore d'insieme grigio.

*Magnetite e ilmenite:* 7. — *Rutilo:* 6. — *Quarzo:* 1. — *Calcite* e *dolomite:* 2. — *Feldspati:* 6. — *Iperstено:* 9. — *Augite* verde bott.: 6. — *Orneblenda:* 5. — *Actinolite:* 5. — *Glaucofane:* 8. — *Granato:* 4. — *Zircone:* 7. — *Sillimanite:* 9. — *Cianite:* 8. — *Epidoto:* 6. — *Tormalina:* 6. — *Staurolite:* 5. — *Muscovite:* 4. — *Biotite:* 5. — *Clorite:* 4. — *Apatite:* 9.

*b)* Prof. m. 9 sotto il pelo marino.

Sabbia fina, di color grigio, con limo abbondante.

*Magnetite* e *ilmenite:* 7. — *Rutilo:* 7. — *Quarzo:* 1. — *Calcite* e *dolomite:* 5. — *Feldspati:* 5. — *Iperstено:* 8. — *Augite:* 7. — *Orneblenda:* 5. — *Actinolite:* 5. — *Glaucofane:* 5. — *Granato:* 4. — *Zircone:* 8. — *Sillimanite:* 9. — — *Cianite:* 8. — *Epidoto:* 6. — *Tormalina:* 7. — *Staurolite:* 6. — *Muscovite:* 7. — *Biotite:* 7. — *Clorite:* 7. — *Cloritoide:* 9. — *Apatite:* 8.

L'una e l'altra sono costituite da miscela degli elementi di Adige e di Po; ma mentre la *a)* pare composta in prevalenza di materiali d'Adige, nella *b)* dominano invece gli elementi di Po.

25. *Ostiglia.*

*a)* Prof. m. 33-36.

Sabbia grossolana, mista a ciottolini e a parti finissime, colore grigio.

*Magnetite* e *ilmenite*: 7. — *Rutilo*: 10. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 4. — *Feldspati*: 6. — *Augite*: 6. — *Orneblenda*: 4. — *Actinolite*: 4. — *Tremolite*: 8. — *Glaucofane*: 6. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 9. — *Sillimanite*: 8. — *Cianite*: 6. — *Epidoto*: 5 — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 5. — *Muscovite*: 4. — *Biotite*: 5. — *Clorite*: 5. — *Cloritoide*: 10. — *Apatite*: 10.

*b)* Prof. m. 51-54 d. s.

Sabbia fina, ricca di miche; colore grigio.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 7. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 4. — *Feldspati*: 6. — *Ipersteno*: 9. — *Augite*: 6. — *Orneblenda*: 4. — *Actinolite*: 4. — *Glaucofane*: 5. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 7. — *Sillimanite*: 10. — *Cianite*: 7. — *Zoisite*: 9. — *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 5. — *Muscovite*: 3. — *Biotite*: 3. — *Clorite*: 3. — *Cloritoide*: 9. — *Apatite*: 9.

*c)* Prof. m. 123-126 d. s.

Sabbia a grana media, ricca di miche; colore grigio un po' verdastro.

*Magnetite* e *ilmenite*: 7. — *Rutilo*: 9. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 4. — *Feldspati*: 5. — *Ipersteno*: 8. — *Augite* verde bott.: 5. — *Orneblenda*: 4. — *Actinolite*: 4. — *Tremolite*: 9. — *Glaucofane*: 5. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 9. *Andalusite*: 9. — *Sillimanite*: 9. — *Cianite*: 6. — *Epidoto*: 5. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 5. — *Muscovite*: 3. — *Bio-

*tite*: 3. — *Clorite*: 3. — *Cloritoide*: 10. — *Serpentino*: 9. — *Apatite*: 9.

La composizione di queste tre sabbie, di una uniformità così notevole, mi pare accenni con sicurezza ad una miscela degli elementi d'Adige con quelli di Po, spiegabilissima con la ipotesi della confluenza delle due correnti.

26. *Sustinente.*

Presso Ostiglia, Località Corte Civola, Fondo Poletto.

Prof. m. 43,35 d. s.

Sabbia grigio-verdastra chiara, piuttosto grossolana.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 9. — *Quarzo*; 1. — *Calcite* e *dolomite*: 5. — *Feldspati*: 6. — *Ipersteno*: 8. — *Augite* verde bott.: 8. — *Orneblenda*: 5. — *Actinolo*: 5. — *Glaucofane*: 6. — *Granato*. 4. — *Zircone*: 9. — *Sillimanite*: 9. — *Cianite*: 6. — *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 7. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 6. — *Biotite*: 6. — *Clorite*: 5. — *Cloritoide*: 9. — *Serpentino*: 7. — *Apatite*: 10.

Anche per questa sabbia si può ripetere quanto fu detto per la precedente; qui tuttavia i materiali di Po sembrano essere preponderanti.

27. *Felonica.*

Prof. m. 25,06 d. s.

Sabbia piuttosto fina, di colore grigio verdiccio.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 6. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 5. — *Feldspati*: 6. — *Ipersteno*: 7. — *Augite* verdolina pallidiss.: 10. — *Orneblenda*: 4. — *Actinolite*: 5. — *Tremolite*: 8. — *Glaucofane*: 6. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 6. — *Sillimanite*: 8. — *Cianite*: 7. — *Epidoto*: 5. — *Tormalina*: 8. — *Staurolite*: 5. — *Muscovite*: 5. — *Biotite*: 5. — *Clorite*: 5. — *Cloritoide*: 8. — *Serpentino*: 8. — *Apatite*: 9.

È pura sabbia di Po, identica alle attuali.

28. *Lonigo.*

Piazza Nicolò Leoniceno.

*a)* Prof. m. 8-10 d. s.

Sabbia grigio-rossiccia chiara.

*Magnetite* e *ilmenite:* 9. — *Quarzo:* 7. — *Calcite* e *dolomite:* 1. — *Feldspati:* 8. — *Augite* verde bott.: 8. — *Augite* bas.: 4. — *Zircone:* 10. — *Muscovite:* 6. — *Clorite:* 6. — *Serpentino* fibroso e *iddingsite:* 8. — *Apatite:* 10.

*b)* Prof. m. 10-13 d. s.

Sabbia piuttosto grossolana, grigio gialliccia.

*Magnetite* e *ilmenite*: 8. — *Quarzo*: 4. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 8. — *Augite* verde bott.: 6. — *Augite* basaltica: 7. — *Orneblenda*: 6. — *Granato*: 6. — *Zircone*: 10. — *Sillimanite*: 10. — *Cianite*: 7. — *Epidoto*: 7. — *Tormalina*: 7. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite:* 8. — *Biotite:* 8. — *Clorite:* 9.

La prima, *a)*, è schietta sabbia di Guà.

La seconda, *b)*, contiene elementi d'Adige, ma in proporzioni scarse; è probabilmente miscela, per rimestamento, di materiale d'Adige ed elementi, specialmente calcari, di provenienza meno lontana.

29. *Sarego.*

Prof. m. 25,55.

Sabbia media, grigio-gialliccia, punteggiata di nero.

*Magnetite* e *ilmenite*: 7. — *Ottaedrite*: 10. — *Quarzo*: 5. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati* plag.: 6. — *Augite*, spec. bas.: 4: — *Orneblenda*, spec. bruna: 9. — *Granato*: 9. — *Zircone*: 10. — *Tormalina*: 10. — *Muscovite*: 6. — *Clorite*: 6. — *Biotite* e *iddingsite*: 8. — *Apatite*: 9.

È, secondo ogni probabilità, sabbia di Guà, forse con un po' di miscela data dal rimaneggiamento di depositi più antichi di altra provenienza.

30. *Chiavica Brusco (Lonigo).*

*a)* Prof. m. 24,60 d. s.

Sabbia grigio-gialliccia, di grana abbastanza fina e omogenea.

*Magnetite* e *ilmenite*: 7. — *Rutilo*: 8. — *Quarzo*: 3. — *Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 8. — *Augite* verde bott.: 7. — *Augite* basalt.: 6. — *Orneblenda*: 6. — *Granato*: 6. — *Zircone*: 8. — *Sillimanite*: 9. — *Cianite*: 9. — *Epidoto*: 8. — *Tormalina*: 8. — *Staurolite*: 7. — *Muscovite*: 6. — *Biotite*: 7. — *Clorite*: 6.

*b)* Prof. m. 27-31 d. s.

Sabbia fina, con miche non scarse: tinta generale grigia, piuttosto fredda.

*Magnetite* e *ilmenite*: 7. — *Rutilo*: 6. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 2. — *Feldspati*: 6. — *Augite* verde bott. 6. — *Augite* basaltica: 6. — *Orneblenda*: 5. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 8. — *Andalusite*: 10. — *Sillimanite*: 9. — *Cianite*: 8. — *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 5. — *Biotite*: 6. — *Clorite*: 6. — *Apatite*: 8.

La prima, indicata con *a)*, è una sabbia che contiene gli elementi d'Adige, ma scarsi, e mescolati con molti calcari, che dominano nella massa; tra le parti pesanti la più comune e notevole è l'augite basaltica; si può quindi pensare con verosimiglianza ad una miscela Adige-Guà.

La più profonda *b)*, ha l'aspetto di una sabbia d'Adige inverdita; i carbonati sono molto subordinati al quarzo: notevole tuttavia la relativa frequenza della augite basaltica.

31. *Bagnolo.*

*a)* Prof. m. 13-16 d. s.

Sabbia piuttosto grossolana, priva di parti minute, e povera di elementi pesanti; colore grigio giallastro sporco.

*Magnetite* e *ilmenite*: 8. — *Rutilo*: 9. — *Quarzo*: 2. —

*Calcite* e *dolomite*: 1. — *Feldspati*: 6. — *Augite*: 6. — *Orneblenda*: 6. — *Granato*: 5. — *Zircone*: 8. — *Andalusite*: 9. *Sillimanite*: 9. — *Cianite*: 6. — *Epidoto* intens. giallo-verdognolo: 6. — *Tormalina*: 7. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 7. — *Biotite*: 8. — *Clorite*: 8.

*b)* Prof. m. 22-32 d. s.

Sabbia piuttosto fina, di un grigio appena un poco rossiccio.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 9. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 2. — *Feldspati*: 5. — *Augite*: 5. — *Orneblenda*: 5. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 7. — *Sillimanite*: 9. — *Cianite*: 9. — *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 7. — *Staurolite*: 5. — *Muscovite*: 7. — *Biotite*: 7. — *Clorite*: 7. — *Apatite*: 9.

*c)* Prof. m. 57. d. s.

Sabbia di grana media; colore grigio traente al bruno rossiccio.

*Magnetite* e *ilmenite*: 6. — *Rutilo*: 10. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 2. — *Feldspati*: 6. — *Augite*: 4. — *Orneblenda*: 5. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 9. — *Sillimanite*: 9. — *Cianite*: 6. — *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 6. — *Staurolite*: 5. — *Muscovite*: 6. — *Biotite*: 7. — *Clorite*: 7. — *Cloritoide*: 10. — *Apatite*: 10.

La prima di queste sabbie, *a)*, è notevole per l'abbondanza dei calcari, e specialmente dei calcari gialli o giallastri: gli elementi d'Adige sono però pesanti e prevalenti. Forse è una miscela di sabbia d'Adige con altra di diversa provenienza: ma non oserei affermare alcun che di più preciso.

Le due più profonde sono tipiche sabbie d'Adige.

31. *Val Serraglia (Mira).*

Pozzo di Velo.

*a)* Prof. m. 13-29 d. s.

Sabbia fina, giallo-grigiastra.

*Magnetite* e *ilmenite*: 8. — *Rutilo*; 9. — *Quarzo*: 3. —

*Calcite* e *dolomite* (specialmente calcari dolomitici gialli e bianchi): 1. — *Feldspati*: 8. — *Augite*: 8. — *Orneblenda*: 10. — *Granato*: 9. — *Zircone*: 9. — *Epidoto*: 9. — *Tormalina*: 8. — *Staurolite*: 9. — *Muscovite* (spec. squamosa): 5. — *Clorite* (spec. squamosa): 5. — *Biotite*: 8.

*b)* Prof. m. 43,20 d. s.

Sabbia finissima, ricca di miche; colore grigio leggermente verdognolo.

*Magnetite* e *ilmenite*: 7. — *Rutilo*: 6. — *Quarzo*: 1. — *Calcite* e *dolomite*: 6. — *Feldspati*: 7. — *Ipersteno*: 8. — *Orneblenda*: 4. — *Actinolite*: 4. — *Glaucofane*: 6. — *Granato*: 4. — *Zircone*: 6. — *Andalusite*: 9. — *Cianite*: 8. — *Epidoto*: 6. — *Tormalina*: 5. — *Staurolite*: 6. — *Muscovite*: 4. — *Biotite*: 6. — *Clorite*: 4. — *Cloritoide*: 8. — *Serpentino*: 8. — *Apatite*: 9.

La sabbia *a)* mi pare di Brenta; la *b)* credo poterla determinare per pura sabbia di Po.

*Milano, Laboratorio di Mineralogia del Museo Civico*
*Novembre 1897.*

## Atacamite dei dintorni di Roma [1]. — R. Meli.

L'A. dalla lava leucitica (leucitite) — la quale corse lungo le pendenze esterne del gruppo vulcanico laziale, giungendo fino alla località, ove in tempi romani s'innalzò il mausoleo a Cecilia Metella sulla via Appia antica, a circa 3 Km. da Roma — ebbe, nella vigna Muggiani, dei pezzi di lava con piccole masse di color verde chiaro, che talvolta hanno l'aspetto d'incrostazioni.

Tali masserelle furono classificate da un professore romano [2] per malachite.

L'A. invece trovò che esse non fanno effervescenza con gli acidi e che contengono cloro e rame. L'A. non dice se provò di vedere se il minerale verde ha acqua; però dedusse, e con assai grande probabità, che si tratta di *atacamite*, minerale nuovo pei dintorni di Roma.

---

(1) Un minerale nuovo per i dintorni di Roma (Atacamite riscontrata nella lava leucitica di Capo di Bone presso Roma) *Rivista Italiana di Scienze naturali*, anno XVIII.

(2) Paolo Mantovani. *Descrizione dei vulcani Laziali*. Roma, C. Voa 1868, in 8°. Vedi pag. 51.

# INDICE DEL VOL. XIX

# RIVISTA

DI

# MINERALOGIA E CRISTALLOGRAFIA

*ITALIANA*

DIRETTA DA R. PANEBIANCO

---

## VOL. XX

---

PADOVA
TIPOGRAFIA COOPERATIVA
1898

## Nuovo metodo per la determinazione dell' angolo vero degli assi ottici — Dott. Angelo Antonio Ferro.

I metodi più usati per la determinazione dell' angolo vero degli assi ottici, come è ben noto, sono due. Secondo uno di essi occorre conoscere l' angolo apparente e il valore dell' indice principale di rifrazione $\beta$; secondo l'altro è necessario siano dati i valori di tutti e tre gli indici principali di rifrazione. Spesse volte si applica anche il metodo che si basa sull' osservazione degli angoli apparenti in lamine perpendicolari alle due bisettrici.

In casi speciali si possono mettere a profitto altri metodi proposti da varii cristallografi; tra essi va annoverato uno che poggia sull' osservazione degli angoli d' estinzione in lamine a facce parallele. Esso è dovuto a Liebisch che dapprima ne limitò l'uso ai cristalli trimetrici, ed in seguito lo estese ai monoclini e triclini (1).

Tale metodo, come è da Liebisch esposto, è però poco pratico, tanto che io non ebbi mai occasione di vederlo applicato. Ciò dipende, a mio giudizio, dalla insufficente approssimazione che si consegue e dalla necessità di ricorrere a formule e a tabelle che implicano un calcolo relativamente lungo.

Colla presente nota intendo esporre il modo con cui sono riuscito ad ottenere una formula abbastanza semplice mediante la quale si può conoscere il valore dell' angolo vero degli assi ottici in seguito all'osservazione degli angoli di estinzione su lamine a facce parallele.

---

Sia data in un cristallo biassico, per una data luce, l'orientazione del piano (che indicherò con $P$) degli assi ottici, e sia

(1) Zeitschrift für Min. und Cryst. Vol. 7, pag. 433.
» » Vol. 12, pag. 477.

in questo piano data anche la posizione delle bisettrici [1]. Sia $F$ una faccia di una lamina cristallina, naturale od artificiale, che non riesca parallela ad alcuno dei tre assi principali dell'ellissoide ottico. Fresnel ha dimostrato, come è noto, che i piani di vibrazione in una simile lamina si ottengono dividendo per metà gli angoli diedri formati dalla normale ad $F$ con gli assi ottici; ossia che proiettando perpendicolarmente gli assi ottici sulla faccia $F$, le bisettrici dell'angolo formato dalle due proiezioni sono le direzioni di estinzione della lamina.

Sia $\alpha$ l'angolo vero acuto che il piano $P$ fa con la faccia $F$; si indichi con $\varphi$ l'angolo acuto che una delle bisettrici fa collo spigolo di $\alpha$ verso l'estremità *positiva* (o negativa ad arbitrio) di esso [2]; e sia infine $\mu$ l'angolo acuto che una delle direzioni di estinzione sulla faccia $F$, fa collo spigolo $[F:P]$ verso la parte *positiva* di esso.

Si proiettino sulla $F$ i due assi ottici; le loro proiezioni, incontrando lo spigolo di $\alpha$, faranno con esso due angoli piani $\pi$ e $\sigma$, i cui valori saranno rispettivamente dati dalle seguenti espressioni:

$$\text{tang}\ \pi = \frac{\cos\alpha}{\text{cotg}\ (\varphi - V)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1.^a$$

$$\text{tang}\ \sigma = - \frac{\cos\alpha}{\text{cotg}\ (\varphi + V)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2.^a$$

Ma essendo $\pi = 2\mu + \sigma - 180^\circ$ l'espressione 1.ª può trasformarsi in quest'altra

$$\text{tang}\ (2\mu + \sigma - 180^\circ) = \frac{\cos\alpha}{\text{cotg}\ (\varphi - V)} \quad . \quad 3.^a$$

ossia

$$\frac{\text{tang}\ 2\mu + \text{tang}\ \sigma}{1 - \text{tang}\ 2\mu\ \text{tang}\ \sigma} = \frac{\cos\alpha}{\text{cotg}\ (\varphi - V)} \quad . \quad . \quad 4.^a$$

---

[1] Non è necessario conoscere quale delle due sia la bisettrice dell'angolo acuto od ottuso.

[2] Questa notazione non ha relazione alcuna con le direzioni positive o negative degli assi cristallografici, ma l'adopero unicamente per differenziare le due direzioni dello spigolo.

Sostituendo nella 4.ª a tang $\sigma$ il valore trovato nella 2.ª, si ottiene:

$$\frac{\operatorname{tang} 2\mu - \dfrac{\cos\alpha}{\operatorname{cotg}(\varphi + V)}}{1 + \operatorname{tang} 2\mu \dfrac{\cos\alpha}{\operatorname{cotg}(\varphi + V)}} = \frac{\cos\alpha}{\operatorname{cotg}(\varphi - V)} \qquad 5.^a$$

Sviluppando prima, poscia semplificando ed infine, dopo opportune trasformazioni, risolvendo l'equazione 5.ª rispetto a tang 2 $\mu$ e a tang V, si ottiene:

$$\operatorname{tang} 2\mu = \frac{2\cos\alpha \operatorname{cotg}\varphi (1 + \operatorname{cotg}^2 V)}{\operatorname{cotg}^2\varphi \operatorname{cotg}^2 V - 1 + (\operatorname{cotg}^2\varphi - \operatorname{cotg}^2 V)\cos^2\alpha} \qquad 6.^a$$

$$\operatorname{tang} V = \sqrt{\frac{\operatorname{tg}^2\mu \operatorname{cotg}^2\varphi - 2\cos\alpha \operatorname{cotg}\varphi - \operatorname{tg} 2\mu \cos^2\alpha}{\operatorname{tg} 2\mu + 2\cos\alpha \operatorname{cotg}\varphi - \operatorname{tg} 2\mu \cos^2\alpha \operatorname{cotg}^2\varphi}} \ . \qquad 7.^a$$

La formula 6.ª, ed in modo speciale la 7.ª, sono di grande importanza perchè danno il modo di calcolare rispettivamente l'angolo d'estinzione in una data faccia, e l'angolo vero degli assi ottici partendo da pochi dati che l'osservazione facilmente può fornire (1).

Esse sono applicabili a tutti i cristalli biassici, ma più particolarmente al trimetrici e monoclini, giacchè in essi si può con facilità conoscere l'orientazione del piano o dei piani degli assi ottici e le direzioni delle bisettrici.

I risultati che si ottengono applicando questo metodo e queste formule sono abbastanza soddisfacenti; essi dipendono, del resto, dalla maggiore o minore esattezza dei valori di $\varphi$, $\mu$ ed $\alpha$. Il valore di $\alpha$ si ottiene direttamente o si calcola con tutta precisione in seguito a misure goniometriche. I valori di $\varphi$ e di $\mu$ si ottengono o si calcolano in seguito a determinazioni stauroscopiche. Nelle determinazioni da me fatte ho sempre adoperato uno stauroscopio, di Fuess, quello cioè che si ottiene modificando opportunamente l'apparecchio universale di polarizzazione

(1) Per il calcolo dell'angolo d'estinzione su una data faccia o su più facce giacenti nella stessa zona, già si conosce una formula trovata da Cesaro. V. Zeitschrift für Kryst. und Min. Vol. 28, pag. 181.

del Groth, uno stauroscopio quindi munito della bilamina di calcite proposta da Calderon, ed ho sempre nelle misure seguito le indicazioni del Groth, contenute nelle ultime edizioni del suo trattato di Fisica cristallografica. In questo modo si ottengono per $\varphi$ e $\mu$ dei valori molto attendibili.

Una buona norma di cui devesi prender nota è questa: come già ho detto $\alpha$ indica l'angolo *acuto* formato dal piano degli assi ottici e dalla faccia su cui si osservano le direzioni di estinzione. Ora, affine di evitare ogni incertezza che potesse sorgere nel calcolo, è conveniente considerare soltanto uno dei due angoli diedri acuti opposti allo spigolo, e fare perciò anche astrazione dei due angoli ottusi supplementari ed adiacenti ai primi. Devesi, cioè, supporre che $P$ ed $F$ incontrandosi in modo da formare l'angolo acuto $\alpha$, siano limitati dallo spigolo, e non si estendano quindi al di là di esso.

Le applicazioni che seguono delle precedenti formule, la cui semplicità è tale che si richiede un calcolo facilissimo, dimostrano a sufficienza, quanto esse siano utili in molti casi e quale sia, inoltre, l'approssimazione che si può conseguire.

Per ottenere le differenti luci, per le quali ho voluto calcolare l'angolo degli assi ottici, ho sempre adoperato dei vetri colorati i quali producono sempre, come è noto, dei colori di miscela in grado maggiore o minore. Ma per i cristalli del tutto incolori tale fatto non apporta alcun sensibile inconveniente, quando si consideri che i risultati che si ottengono non sono mai assolutamente esatti, ma più o meno approssimati.

SELENITE. 1.° *Cristallo.*

Calcolo dell'angolo vero degli assi ottici dalle direzioni di estinzione su (110).

**Luce rossa.**

| | *notazioni* | | *numero e limiti delle osservazioni* | *medie* |
|---|---|---|---|---|
| t = | temperatura alla quale furono fatte le osservazioni . . . | — | — | 20° circa |
| $\alpha$ = | angolo vero (P : 110) . . . . | 4 | 55°27′—55°42′ | 55°30′ |
| $\varphi$ = | angolo acuto che un piano di vibrazione su (010 fa con + [P : 110] . . . . . . . . | 20 | 51°14′—53°8′ | 52°20′ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\mu$ = angolo acuto che un piano di vibrazione su (110) fa con + [P : 110] . . . . . . . . | 20 | 43°2′ —44°57′ | | 44°11′ |
| 2 V = angolo vero degli assi ottici calcolato dai valori di $\alpha, \varphi, \mu$ | = | | | **57°26′** |

**Luce gialla.**

| | | *numero e limiti delle osservazioni* | | *medie* |
|---|---|---|---|---|
| t = | — | — | — | 20° circa |
| $\alpha$ = | 4 | 55°27′ — 55°42′ | | 55°30′ |
| $\varphi$ = | 20 | 52° 2′ — 52°56′ | | 52°21′ |
| $\mu$ = | 20 | 44° 2′ — 44°54′ | | 44°25′ |
| 2V = | **58°14′** | | | |

SELENITE. 2.° *Cristallo.*

Calcolo dell'angolo vero degli assi ottici dalle direzioni di estinzione su (110).

**Luce rossa** ([1])

| | | *numero e limiti delle osservazioni* | | *medie* |
|---|---|---|---|---|
| t = | — | — | — | 20° circa |
| $\alpha$ = | 4 | 55°18′ — 55°48′ | | 55°33′ |
| $\varphi$ = | 20 | 50°48′ — 52°42′ | | 51°38′ |
| $\mu$ = | 20 | 42° 2′ — 43°48′ | | 42°55′ |
| 2V = | **56°5′** | | | |

**Luce gialla.**

| | | *numero e limiti delle osservazioni* | | *medie* |
|---|---|---|---|---|
| t = | — | — | — | 20° circa |
| $\alpha$ = | 4 | 55°18′ — 54°48′ | | 55°33′ |
| $\varphi$ = | 20 | 51°— — 52° 4′ | | 51°39′ |
| $\mu$ = | 20 | 42°58′ — 43°56′ | | 43°36′ |
| 2V = | **58°17′** | | | |

([1]) Per la luce rossa e per quella bleu non mi fu possibile valutare il valore di $\mu$ coll'approssimazione che avrei voluto, non essendo la lamina completamente trasparente.

**Luce verde.**

| | numero e limiti | delle osservazioni | | medie |
|---|---|---|---|---|
| t = | — | — | — | 20° circa |
| α = | 4 | 55°18′ — 55°48′ | | 55°33′ |
| φ = | 20 | 50°48′ — 52° 4′ | | 51°39′ |
| μ — | 20 | 42°52′ — 43°58′ | | 43°33′ |
| 2V = | **58°5′** | | | |

**Luce bleu.**

| | numero e limiti | delle osservazioni | | medie |
|---|---|---|---|---|
| t = | — | — | — | 20° circa |
| α = | 4 | 55°18′ — 55°48′ | | 55°33′ |
| φ = | 20 | 50°59′ — 52° 6′ | | 51°28′ |
| μ = | 20 | 42°28′ — 43°35′ | | 43°— |
| 2V | **56°42′** | | | |

Il confronto dei valori degli angoli assiali nella selenite, trovati secondo il mio metodo, con quelli dati da Lang per una temperatura pressochè eguale, risulta dalla seguente tabella:

| | Lang | Ferro I | Ferro II |
|---|---|---|---|
| $2V_B$ | 57°18′ | 57°26′ | 56° 5′ |
| $2V_C$ | 57°42′ | | |
| $2V_D$ | 58° 8′ | 58°14′ | 58°17′ |
| $2V_E$ | 58° 6′ | — — | 58° 5′ |
| $2V_F$ | 57°28′ | — — | — — |
| $2V_G$ | 56°13′ | — — | 56°42′ |

## Borace.

Monoclino.

I piani assiali sono perpendicolari a (010).

Determinazione dell'angolo vero degli assi ottici dalle direzioni di estinzione su ($\bar{1}11$).

*Osservazioni goniometriche.*

Un cristallo di Borace, limpido e trasparente, fu dapprima

sottoposto a determinazioni goniometriche. Ecco il risultato delle osservazioni e del calcolo:

| angoli | N. | limiti osser. | medie | calcolati |
|---|---|---|---|---|
| 100 : 001 | 2 | 73°15′ — 73°19′ | 73°17′ | — — |
| 010 : $\bar{1}$11 | 4 | 60° 7′ — 60°18′ | 60°11′ | — — |
| 001 : $\bar{1}$11 | 2 | 40°20′ — 40°30′ | 40°25′ | — — |
| 001 : $\bar{1}$01 | — | — | — | 28°39′ |

*Osservazioni stauroscopiche.*

I. Le posizioni dei piani assiali per le differenti luci, furono determinate dalle direzioni di estinzione su (010). Gli angoli che i suddetti piani formano colla normale a (100) verso — *z* sono i seguenti:

| | | | |
|---|---|---|---|
| rosso | 35° 5′ | media di 20 | letture |
| giallo | 35°41′ | » | » |
| verde | 36° 7′ | » | » |

Il valore di $\alpha$ angolo acuto fra i piani assiali e la faccia ($\bar{1}$11), si ottiene facilmente colla formula:

$$\cos \alpha = \cos (P : \bar{1}01) . \cos (\bar{1}01 : \bar{1}11), \text{ (}^1\text{)}$$

ed ha i seguenti valori:

| | rosso | giallo | verde |
|---|---|---|---|
| $\alpha =$ | 53.44 | 54.12 | 54.33 |

Le direzioni delle rette che risultano dall'intersezione di *P* con ($\bar{1}$11) per le differenti luci, si ottengono pure col calcolo. Tali rette formano su ($\bar{1}$11) collo spigolo [$\bar{1}$11 : $\bar{1}\bar{1}$1] verso l'angolo piano [$\bar{1}$11 : $\bar{1}\bar{1}$1] : [$\bar{1}$11 : 001] l'angolo $\lambda$ che è dato dalla seguente formula:

$$\text{cotg } \lambda = (P : \bar{1}01) . \text{ sen } (\bar{1}11 : \bar{1}01).$$

| | rosso | giallo | verde |
|---|---|---|---|
| $\lambda =$ | 65.8 | 65.36 | 65.55 |

(1) Se si ha un triangolo sferico rettangolo tale che il vertice dell'angolo retto coincida colla proiezione sulla sfera di ($\bar{1}$01), e gli altri due vertici colla proiezione rispettivamente di *P* e ($\bar{1}$11), allora il valore dell'ipotenusa sarà il valore di $\alpha$, i valori degli angoli opposti ai cateti ($\bar{1}$01 : *P*), ($\bar{1}$01 : $\bar{1}$11) saranno i valori di $\lambda$ e $\varphi$ di cui si parlerà in seguito.

I valori di $\varphi$, cioè gli angoli acuti che gli spigoli di $\varkappa$ formano con la bisettrice acuta, parallela all'asse $y$, si ottengono colla formula: cotg $\varphi$ = cotg ($\bar{1}01 : \bar{1}\bar{1}1$). sen ($\bar{1}01 : P$) e sono:

| | rosso | giallo | verde |
|---|---|---|---|
| $\mu$ = | 38.4 | 37 48 | 37.37 |

Indicherò con + [$P : \bar{1}11$] quella direzione dello spigolo verso cui sono aperti questi angoli acuti [1].

II. Sulla [$\bar{1}11$] una direzione di massima estinzione forma collo spigolo [$\bar{1}11 : \bar{1}\bar{1}1$] per i differenti colori, i seguenti angoli (medie di 20 letture), verso l'angolo piano [$\bar{1}11 : \bar{1}\bar{1}1$]: [$\bar{1}11 : \bar{1}00$]:

| | rosso | giallo | verde |
|---|---|---|---|
| $\delta$ = | 2.32 [2] | 2.15 | 2.12 |

Evidentemente i valori di $\mu$, angolo acuto formato da una direzione di estinzione con lo spigolo + [$P : \bar{1}11$], sono dati dall'espressione $\mu = 90 - (\lambda - \delta) = 90 + \delta - \lambda$ e risultano:

| | rosso | giallo | verde |
|---|---|---|---|
| $\mu$ = | 27.24 | 23.39 | 26.17 |

Essendo così noti i valori di $\varkappa$, $\varphi$, $\mu$, applicando la nota formula per il calcolo dell'angolo vero degli assi ottici, si ottengono i risultati seguenti:

| | rosso | giallo | verde |
|---|---|---|---|
| 2V = | 41.32 | 39.3 | 38.41 |

Qui sotto sono messi a confronto questi valori con quelli ottenuti da Dufet per la stessa sostanza:

| | Dufet | Ferro |
|---|---|---|
| Luci rosse | 40. 1<br>39.51<br>39.41 | 41.32 |

(1) Invece della bisettrice acuta avrei potuto scegliere quella ottusa, ed allora si sarebbero ottenuti, alla fine, i valori dell'angolo ottuso degli assi ottici.

(2) Questo valore non è molto attendibile.

| | | | |
|---|---|---|---|
| » | gialle | 39.31<br>39.21<br>39.10 | 39. 3 |
| » | verdi | 38.58<br>38.46 | 38.41 |

*Genova, Gabinetto di Mineralogia della R. Università,*
*Agosto-Settembre 1897.*

## ANGOLO DEGLI ASSI OTTICI ED ANGOLI DI ESTINZIONE NEI CRISTALLI DEL SISTEMA MONOCLINO — Dott. ANGELO ANTONIO FERRO.

Nel mio lavoro: *Nuovo metodo per la determinazione dell'angolo vero degli assi ottici* (1) nel dare la formula da cui si può ottenere la direzione di massima estinzione su una lamina biassica, accennai, in nota, ad una formula trovata da Cesaro e con la quale si riesce allo stesso scopo partendo da analoghi dati d'osservazione (2).

Queste due formule, apparentemente diverse, sono, in sostanza identiche, poichè possono, mediante opportune operazioni, trasformarsi l'una nell'altra. Come già ebbi a rilevare, spetta dunque a Cesaro la priorità di avere trovato, mediante una relazione facile, il modo di calcolare l'angolo d'estinzione su una data faccia cristallina biassica rispetto ad un dato spigolo che faccia con gli assi ottici angoli determinati.

Non mi consta però che Cesaro, dalla suddetta relazione, abbia ricavata una formula per esprimere il valore dell'angolo vero degli assi ottici in funzione delle altre quantità. E da questo lato, il mio citato lavoro mantiene inalterata l'originalità sua.

La formula da me trovata che dà il valore dell'angolo di estinzione su una faccia, rispetto allo spigolo che essa forma col piano degli assi ottici, è la seguente:

(1) Bollettino della Soc. lig. di Scienze Nat. e Geogr.
(2) Zeitschrift für Kryst. und Min. Vol. 28, pag. 181.

$$\text{tang } 2\mu = \frac{2 \cos\alpha \operatorname{cotg}\varphi\,(\operatorname{cotg}^2 V)}{\operatorname{cotg}^2 V \operatorname{cotg}^2 \varphi - 1 + (\operatorname{cotg}^2\varphi - \operatorname{cotg}^2 V)\cos^2\alpha}$$

Trasformandola convenientemente, si ottiene:

$$\text{tang } 2\mu = \frac{\dfrac{2 \operatorname{cotg}\varphi + 2 \operatorname{cotg}\varphi \operatorname{cotg}^2 V}{\operatorname{cotg}^2 V \operatorname{cotg}^2\varphi - 1}\cos\alpha}{1 + \dfrac{\operatorname{cotg}^2\varphi - \operatorname{cotg}^2 V}{\operatorname{cotg}^2 V \operatorname{cotg}^2\varphi - 1}\cos^2\alpha}$$

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

$$= \frac{\dfrac{(cg\,\varphi + cg\,V)(cg\,V\,cg\,\varphi + 1) - (cg\,\varphi - cg\,V)(cg\,V\,cg\,\varphi - 1)}{(\operatorname{cotg} V \operatorname{cotg}\varphi - 1)(\operatorname{cotg} V \operatorname{cotg}\varphi + 1)}}{1 + \dfrac{(\operatorname{cotg}.\varphi + \operatorname{cotg} V)}{(\operatorname{cotg} V \operatorname{cotg}\varphi - 1)} \cdot \dfrac{(\operatorname{cotg}\varphi - \operatorname{cotg} V)}{(\operatorname{cotg} V \operatorname{cotg}\varphi + 1)}}$$

$$= \frac{\{\text{tang }(V + \varphi) - \text{tang }(V - \varphi)\}\cos\alpha}{1 + \text{tang }(V + \varphi)\,\text{tang }(V - \varphi)\cos^2\alpha} \quad \text{.....(A)}$$

La formula data da Cesaro per il caso corrispondente al mio, e cioè per l'angolo d'estinzione formato da una direzione di vibrazione con uno spigolo parallelo al piano assiale è la seguente:

$$\text{tang } 2x = \frac{(b - a)\cos\alpha}{1 + a\,b\cos^2\alpha}$$

in cui $b$ e $a$ rappresentano, secondo le notazioni di Cesaro, certe quantità che, è facile vederlo, corrispondono appunto e rispettivamente a tang $(V + \varphi)$, tang $(V - \varphi)$ della mia formula, mentre $\alpha$ conserva in ambedue lo stesso significato.

---

Mi propongo ora di dimostrare la seguente proposizione: *Nei cristalli monoclini aventi dispersione inclinata è possibile determinare mediante un calcolo facile l'angolo vero degli assi ottici quando sono noti gli angoli di estinzione su due facce F, F' che stiano nella stessa zona con (010) e gli angoli diedri che tali facce fanno con (010).* Si suppone che

quelle due facce non siano parallele ad alcuno dei tre assi principali dell'ellissoide ottico.

Applicando la precedente formula *(A)* alla faccia $F$ ed alla faccia $F'$ e dividendo membro a membro, si ottiene facendo tang $(V + \varphi) = p$, tang $(V - \varphi) = q$,

$$\frac{\tan 2\mu}{\tan 2\mu'} = \frac{(p-q)\,(1 + p\,q\,\cos^2\alpha')\cos\alpha}{(p-q)\,(1 + p\,q\,\cos^2\alpha)\cos\alpha'}$$

$$= \frac{\cos\alpha + p\,q\,\cos^2\alpha'\cos\alpha}{\cos\alpha' + p\,q\,\cos^2\alpha\cos\alpha'} \quad \ldots\ldots\ldots, \quad (B)$$

Risolvendo rispetto a $p\,q$ si ha:

$$p\,q = \frac{\tan 2\mu'\cos\alpha - \tan 2\mu\cos\alpha'}{\tan 2\mu\cos\alpha'\cos^2\alpha - \tan 2\mu'\cos\alpha\cos^2\alpha'} \quad \ldots \quad (C)$$

Per una terza faccia $F''$ che formi con $P$ un angolo acuto $\alpha''$ e si trovi sempre nella stessa zona con $F$ e $P$, si ha del pari:

$$p\,q = \frac{\tan 2\mu''\cos\alpha - \tan 2\mu\cos\alpha''}{\mathrm{tg}\,2\mu\cos\alpha''\cos^2\alpha - \mathrm{tg}\,\mu''\cos\alpha\cos^2\alpha''} \quad \ldots \quad (D)$$

Eguagliando fra di loro i secondi membri della *(C)* e *(D)* e risolvendo rispetto a tang $2\mu''$, si ottiene:

$$\mathrm{tg}\,2\mu'' = \frac{\cos\alpha''\,\mathrm{tg}\,2\mu\,\mathrm{tg}\,2\mu'\,(\cos^2\alpha' - \cos^2\alpha)}{\cos\alpha'\,\mathrm{tg}\,2\mu\,(\cos^2\alpha'' - \cos^2\alpha) - \cos\alpha\,\mathrm{tg}\,2\mu'\,(\cos^2\alpha'' - \cos^2\alpha')} \quad (E)$$

Per i cristalli monoclini con dispersione inclinata, la formula *(E)* dà il modo di calcolare l'angolo di estinzione su una data faccia $F''$ quando si conoscano le direzioni di estinzione su due facce $F$, $F'$ che stiano nella stessa zona con $F''$ e con (010), o quando siano noti gli angoli $\alpha$, $\alpha'$, $\alpha''$ formati da ognuna delle tre facce con (010).

Se la faccia $F''$ fa con $P$ un angolo $\alpha'$ eguale a 0°, cioè se $F''$ diventa parallela a $P$ allora $\mu''$ non è altro che $\varphi$, il cui valore vien dato dalla formula *(E)* sostituendo 1 a cos $\alpha''$. E si avrà perciò:

$$\mathrm{tg}\,2\varphi - \frac{\tan 2\mu\,\tan 2\mu'\,(\cos^2\alpha' - \cos^2\alpha)}{\cos\alpha'\,\mathrm{tg}\,2\mu\,(1 - \cos^2\alpha) - \cos\alpha\,\mathrm{tg}\,2\mu'\,(1 - \cos^2\alpha')} \ldots. \quad (F)$$

Calcolando in tal modo il valore di $\varphi$, ed essendo noto il valore di $\alpha$ e $\mu$ è facile ottenere il valore di 2 V ricorrendo alla formula 7 del mio già citato lavoro.

*Genova, Museo di Mineralogia della R. Università*
*Ottobre-Novembre 1897.*

## SOPRA ALCUNI BLOCCHI ERRATICI A GRANATO ED IDOCRASIO NELLA REGIONE CIMINA — Prof. LIBERTO FANTAPPIÈ.

Per quanto io sia poco proclive alle pubblicazioni frettolose ad abbia ormai contratto l'abitudine di attendere per vari anni i risultati delle ricerche in posto prima di darne notizia, credo tuttavia di dover fare un'eccezione questa volta, anche in vista del fatto che a mia notizia è in corso, colla probabilità di veder presto la luce, il lavoro di rilevamento della carta geologica della regione Cimina; per cui io credo non inutile render palesi alcuni dati che possono servire alle considerazioni che riguardano i caratteri geognostici della regione.

Intendo poi che questa mia pubblicazione serva di nota preventiva a mie ulteriori ricerche colle quali spero di collegare a più ampia estensione l'attuale giacimento [1].

In otto anni di permanenza a Viterbo e con osservazioni che diventarono attivissime negli ultimi cinque anni e mi permisero di accumulare una rara e ricchissima collezione di materiale dell' interessante territorio Viterbese, io non era riuscito a trovare nella regione Cimina un solo pezzo che lasciasse scorgere delle traccie più o meno apprezzabili di granato ed idocrasio, se si escludono i piccoli cristallini di granato, bruni o giallastri, che si trovano nei blocchi di natura decisamente feldispatica e che dal Prof. **Artini** [2] furono giustamente compresi

[1] Si veda infatti più avanti.

[2] **E. Artini.** *Contribuzioni alla mineralogia dei vulcani Cimini.* R. Acc. dei Lincei; Serie 4ª; Vol. VI; 1889.

sotto l'indicazione *melanite*. Perciò in un mio recente lavoro che attende l'onore della stampa all'Accademia dei Lincei [1] avevo dovuto dire che i « massi con *colofonite* ed *idocrasio* non sono stati accertati nei Cimini ».

Tuttavia il Prof. **Strüver** nella sua nota memoria sui vulcani Sabatini [2] cita « qualche raro cristallo sciolto di granato giallo (colla scritta *Ronciglione*), di idocrasio bruno chiaro e giallo miele cupo (colla scritta *Monti Cimini*) »: e l'illustre investigatore coll'acume che lo distingue credeva di poter accordare (malgrado l'indicazione molto generica dell'antica scritta) il carattere di autenticità ai rari pezzi della storica collezione raccolta da Mons. **Lavinio de' Medici-Spada** con prove evidenti di grande sagacia.

Anche il Prof. **Artini** conclude la sua memoria citata con queste espressioni: « Così non si può dare peso alcuno alla mancanza del *granato giallo*, dell'*idocrasio*, della *wollastonite* e della *haüynite*, minerali che io sono persuaso non possano mancare nella regione dei Cimini, *e che saranno probabilmente svelati da ulteriori e più lunghe ricerche* ».

Io che con ricerche non brevi ho *accertato* l'esistenza di tutti questi minerali all'infuori della wollastonite ho già detto altre volte che non sono del tutto d'accordo coll'egregio Prof. **Artini**; perchè ne ho trovati vari altri, ed in tali condizioni che imprimono alla regione Cimina (intesa in senso lato) una « *facies* » mineralogica abbastanza speciale, che non pare possa esser molto alterata (come rileverò meglio più avanti) dai minerali così tardivamente capitati sotto la mia osservazione; ma non pertanto bisogna riconoscere che anche il distinto Dirett. della Sez. Miner. del Museo civico di Milano, avanzando un poco le deduzioni da un lato, aveva dall'altro veduto giusto col prevedere l'esistenza di questi minerali nella nostra regione.

Il ritrovamento del resto, senza sorprendere chi sia un poco

---

(1) « *Sui proietti minerali vulcanici trovati nell'altipiano tufaceo occidentale dei Vulsinî da Farnese a S. Quirico e Pitigliano.* »

(2) G **Strüver**. *Contribuzioni alla mineralogia dei vulcani Sabatini*, Parte I — *Sui proietti minerali vulcanici trovati ad est del lago di Bracciano.* Atti della R. Acc. dei Lincei; serie 4ª; Vol. I; 1885.

addentro nella conoscenza della mineralogia eruttiva, si mostra abbastanza notevole per i caratteri dei singoli pezzi rinvenuti e per la loro giacitura.

I pezzi finora raccolti facevano parte di una specie di acciottolato che si trova al di sopra della forte formazione di *peperino* a lato della via (corta) di Vitorchiano, poco sopra al paese sul braccio della via vicinale della « Mazzatosta ». Questo acciottolato è intimamente collegato dal così detto « cappellaccio » del peperino; e qualche masso conserva una specie di camicia formata da materiale peperinico: anche in ciò si ha una delle ragioni per le quali il materiale in discorso è difficilmente visibile, salvo i casi nei quali si trova rilavato da periodi di lunghe piogge, come era verso il 3 Aprile corrente. I pezzi rinvenuti si presentavano perciò con tutti i caratteri di materiale in posto; e d'altra parte il dubbio che si tratti di una presenza accidentale può esser rigettato tanto per il numero e la varietà dei pezzi, quanto per il fatto che negli ammassi di ciottoli scavati dal sottosuolo anche nei terreni giacenti al di là del fosso presso Vitorchiano si trovano qua e là dei blocchi dello stesso genere di quelli esistenti in posto nella detta strada della Mazzatosta. Inoltre questi pezzi hanno, come ho già accennato, una « facies » molto caratteristica [1].

Si tratta di calcari a frattura scagliosa, probabilmente eocenici; di schisti talvolta incrostati da concrezioni limonitose e con noduli silicei; di pezzi con aspetto diasproide o di arenarie più o meno compatte.

È poi notevole il vedere che mentre il granato e l'idocrasio si mostrano ordinariamente in vene ed incrostazioni di rocce con spiccato carattere sedimentario si hanno poi questi minerali in un nucleo incastrato in un blocco che per i grossi cristalli di sanidino che ne determinano la struttura porfiroide rivela l'azione vulcanica recente, ma che per l'insieme della massa, verde, con pochi cristalli di mica e di pirosseno richiama l'idea di una roccia di tipo plutonico antico.

---

[1] In questi ultimi giorni, durante la stampa di questo scritto, ho ritrovato dei blocchi simili entro il *peperino massiccio* nella trincea della ferrovia Viterbo-Roma, tra i chilometri 83 ed 84 presso la Villa del « Buon respiro » in prossimità di Viterbo.

I minerali che si possono nettamente distinguere nei blocchi ed imprimono a questi il carattere di contatto sono il *granato* e l'*idocrasio*; ma ve n'è qualche altro che può essere ammesso con una relativa certezza.

Il *granato* si trova specialmente in piccoli granuli di incrostazione od in vene su massi costituiti originariamente da calcari di tipo eocenico: i pezzi di origine calcarea oltre ad una parziale solubilità negli acidi con effervescenza conservano anche il modo di frattura che ricorda l'alberese eocenico; e i pezzi con aspetto di arenarie molto compatte, presentano una certa schistosità.

È sopratutto notevole una vena di granato entro un pezzo con varie incrostazioni di limonite. Il minerale vi si presenta in individui ben distinti di qualche millimetro e della combinazione {110} {211}. Il colore varia dal bruno rossigno, quasi nero, al giallo rossigno fino al giallastro. Le facce sono spesso nitide ed a splendore vivo tra il vitreo ed il resinoso. Considerando l'abbondanza della limonite, che penetra in varie direzioni il pezzo, è ragionevole ritenere, per l'insieme dei caratteri, che questi cristallini appartengano ad un granato ferrifero.

L'*idocrasio* si presenta specialmente sui blocchi biancastri d'origine calcarea: in geodi di rari individui, che raggiungono spesso le dimensioni di oltre un centimetro, e poi anche disseminato nella massa dei blocchi, ove questi si mostrano più modificati dall'azione di contatto. Come ho accennato è notevole in un nucleo di piccoli cristallini d'aspetto granulare su un blocco a grossi sanidini raramente sparsi in una massa a fondo verdastro, e che ha l'aspetto di una roccia plutonica antica, modificata dall'azione vulcanica.

Il colore del minerale è bruno giallastro. Lo splendore manca ordinariamente sulle faccie cristalline, e sulle superficie di frattura inclina al resinoso. I cristalli sono in generale mal conformati, con facce ineguali; perciò non sono distinguibili altre forme che le seguenti: {110}; {100}; {111} e {001}.

Si nota in questi blocchi la relativa abbondanza dell'idocrasio rispetto al granato.

Oltre questi due minerali immediatamente determinabili richiama l'attenzione un terzo, il quale è costituito da una sostanza di color giallo cera fino a giallo verdiccio sbiadito di-

stribuita in vene ed in cumuli nei blocchi di tipo calcareo. Nei punti ove il minerale apparisce in geodi si vedono spiccare dalla massa generale cristallina numerosi individui. Tali individui, variamente intrecciati e stipati, si trovano specialmente intorno ad alcuni cristalli più o meno sporgenti di idocrasio; ma ordinariamente sono ricoperti da una patina biancastra per la quale si prestano male alle osservazioni: e specialmente a quelle goniometriche. Con tuttociò si può riconoscere che questi cristallini sono dimetrici e presentano ordinariamente la combinazione {001} {110} con un prisma ottagono. A me sembra che si tratti di *Melilite*, che in associazione perfettamente analoga si incontra anche nei proietti dei Monti Albani. Però mi riserbo lo studio più completo di questo minerale.

In un blocco a massa prevalentemente biancastra, ma fortemente marchiato in verde si mostra il pirosseno, che non si trova in forme distinte. Tuttavia per l'aspetto sotto il quale apparisce in vari punti e per l'analogia che può presentare col pirosseno più solite in blocchi erratici simili a questo (specialmente dei vulcani Laziali, Vulsinî e Sabatini) si può ammettere che sia rappresentato da termini intermedi tra la *fassaite* e l'*augite verde.*

Finalmente è da notare della sostanza bianca informe, che tende in qualche punto allo splendore perlaceo su superficie che sembrerebbero di sfaldatura e che perciò potrebbero accennare all'esistenza della *wollastonite*; ma date le difficoltà di separare questa sostanza in condizioni da poter esser sottoposta a convenienti ricerche chimiche e data la non lontana possibilità di trovare altri pezzi ove il minerale si possa mostrare con caratteri più decisi preferisco attendere per un' ulteriore e più sicura determinazione.

Anche di questa sostanza ho notato l'esistenza unicamente per completare la fisonomia dei blocchi citati.

Ciò che interessa per ora è appunto la natura di questi blocchi e la presenza del *granato*, dell'*idocrasio* e del *pirosseno* verde, che sono certi.

Così dunque si hanno dei materiali erratici con deciso carattere di contatto anche nella regione Cimina. Con tuttociò io non credo di dover modificare le idee manifestate in altri miei

lavori. Anzi sarei per dire che questi materiali considerati bene da vicino vengono a confermare quelle mie idee. Ho già detto che hanno una « facies » abbastanza particolare. Inoltre i pezzi calcarei con rari e mal formati cristalli d'idocrasio (migliori ma più scarsi quelli di granato) e la roccia a massa verdastra con grossi cristalli di sanidino rappresentano evidentemente dei termini estremi. Si direbbe che sono i testimoni *eruttivi* e *sedimentari* di poco fecondi conati di metamorfismo vulcanico. In complèsso i caratteri mineralogici e litologici di questi blocchi li distinguono in modo reciso da quelli che sono più generalmente ed abbondantemente sparsi nella regione: e più che altrove nel mantello detritico esterno del Monte Fogliano colle sue estese appendici.

Si tratta evidentemente di due diverse eruzioni: una più propriamente *Cimina* in relazione coll'antico periodo trachitico e più specialmente colla formazione del peperino; e l'altra appartenente ad un intenso periodo esplosivo ed in relazione colle più recenti eruzioni tufacce della formazione *Vicana.*

In ogni modo i limitati prodotti dell'interessante giacimento ultimamente scoperto non valgono a modificare sostanzialmente il significato del vecchio e ricchissimo giacimento a blocchi feldispatici e pirossenici, che costituisce la formazione che può esser considerata come caratteristica della regione.

D'altra parte il recente ritrovamento oltre ad avvalorare gli scarsi esemplari dell'antica collezione **Medici-Spada** può servire di indicazione per ulteriori ricerche: per le quali io non mi mostrerò pigro per certo; perchè se non varranno a variare il carattere già detto della regione potranno sempre riuscire molto interessanti dal lato mineralogico e litologico.

*15 Aprile 1898 — Viterbo (Roma)*

## Sul Sanidino del Monte Cimino (Viterbese) — Ferruccio Zambonini.

Il primo che parli del Sanidino del Viterbese è G. Brocchi nel capitolo intitolato: Monti Cimini all'E. di Viterbo. Lave necroliti a grandi feldspati, del suo famoso Catalogo (1). Dalla grandezza dei feldspati egli trae argomento per distinguere due varietà di lava necrolite: una a grandi feldspati, che si trova sempre nelle eminenze; l'altra a piccoli feldspati ed a grana più minuta, che comparisce soltanto al piede di esse. Con molta cura è descritto il Sanidino che si rinviene nella prima varietà. Tra le varie località egli accenna Monte S. Angelo, M. Soriano, Monte S. Valentino, Monte della Rocchetta, Monte della Rocca Ardia, la Valle Jacola, le cime di Montalto, la valle Giocatora, il Poggio della Croce, fuori Bagnaia.

Del sanidino di queste varie località, il Brocchi descrive più ampiamente quello di Monte S. Angelo e quello che si rinviene presso Canepino alle Mole nella lava necrolite di colore o rosso mattone o violetto sudicio.

Nel sanidino di Monte S. Angelo osservò delle diversità, a seconda che si trova nella lava necrolite bigia o in quella rossa. Egli dice che nella necrolite bigia il feldspato è di colore grigio e ne descrive un cristallo della forma di un prisma quadrilatero troncato della lunghezza di un pollice e la diagonale di sette linee, che riferisce alla varietà unitaria (2) di Haüy. Il sanidino della lava necrolite rossiccia ha invece minore grandezza ed aspetto lattiginoso, che egli spiega col ritenere questa varietà di lava necrolite maggiormente colpita dal fuoco. Nota anche che nell'interno di questo sanidino sono disseminate la mica e

(1) G. Brocchi, *Catalogo ragionato di una raccolta di rocce disposto con ordine geografico per servire alla geognosia dell'Italia.* Milano 1817, pag. 156 e seguenti.

(2) La varietà unitaria di ortose rappresenta la combinazione $p\, m\, g^1\, a^1 l^2$, ossia $\{001\}\ \{110\}\ \{010\}\ \{\bar{2}01\}$.

« delle particelle quadrangolari nerastre che sembrano pirossena. » Egli trovò inoltre che il minerale al cannello fonde, benchè con difficoltà, in un vetro limpido e bolloso.

Del sanidino della lava necrolite rossa o violetta sudicia ricorda che « alcuni » esemplari racchiudono squame di mica e sono striati per il lungo. I cristalli hanno « il solito aspetto di prismi schiacciati o tavole quadrilatere. » Nei cristalli sparsi per il suolo nelle vallate dei monti vicini trovò grossi frammenti, alcuni lunghi più di un pollice, appartenenti alle varietà unitaria e bibinaria [1] di Haüy.

Anche Scipione Breislak fa parola del sanidino del Viterbese nel Cap. CVII delle sue « Institutions » [2], capitolo che ha per titolo: De quelques variétés de laves qu'on a observées jusqu'à présent que dans l'Italie méridionale. Egli adopera per la roccia che dal « Monte Ammiata o di Santa Fiora in Toscana per la catena dei monti Cimini va alla Tolfa o alla Manziana » il nome di necrolite, dato dal Brocchi. Egli dice che risulta dalla riunione di molti feldspati di colore talvolta grigio, talvolta lattiginoso, con delle piccole scaglie di mica ora nera, ora metalloide. A queste due sostanze predominanti sono qualche volta associati, benchè raramente, grani di pirosseno verdi o neri e dei frammenti di quarzo [3].

Abbastanza diffusamente del sanidino del Viterbese parla Vito Procaccini-Ricci nel Cap. III della sua « Descrizione metodica ecc. », intitolato: Lave composte [4]. Egli rinvenne il sani-

---

(1) La varietà bibinaria corrisponde alla combinazione $p\ m\ g^1\ a^1$, ossia $\{001\}\ \{110\}\ \{010\}\ \{\bar{1}01\}$.

(2) S. Breislak. *Institutions géologiques traduites du manuscrit italien en français par P. J. L. Campmas*. Vol. III. Milano 1818, pag. 148, § 656.

(3) G. Brocchi non trovò nelle varie necroliti che rarissimamente il quarzo e poche volte il pirosseno, ma sempre in piccola quantità (Op. cit. pag. 156 e seg.). In quanto a questo nome di « necrolite » il Brocchi l'ottenne grecizzando il nome popolare di questa lava, che è « *sasso morto* ». Ritirò in seguito il nome (G. Brocchi — Dello stato fisico del suolo di Roma, 1820. pag. 204)

(4) *Descrizione metodica di alquanti prodotti dei vulcani spenti dello Stato Romano raccolti da Vito Procaccini Ricci*. Firenze 1820, pag. 58, e seg.

dino in molte località, ora compatto, ora in piccoli cristalli di colore biancastro, lucido, semitrasparente ed anche cristallizzato in piccole tavolette. Alcuni esemplari da lui raccolti erano macchiati di «giallo rugginoso» (limonite). È da credere che il Procaccini Ricci abbia visto anche esemplari unici, perchè dice che talvolta si presenta in «parallelepipedi» ed appunto questo aspetto hanno tutti i cristalli unici che ho studiato.

Egli è inoltre il primo che accenni alla presenza di «parecchi feldspati disposti orizzontalmente» nella lava «alle falde del Cimino (1).»

Lo stesso Procaccini-Ricci parla del sanidino del Viterbese nei suoi famosi «Viaggi (2)». Non aggiunge però nulla di nuovo, all'infuori del fatto di aver ritrovato dei cristalli con la forma della varietà unitaria di Haüy.

Poi per molti anni, nessuno accennò più alla presenza del sanidino nel Viterbese. In tempi più recenti ne parlarono incidentalmente vari geologi, fra cui W. Deecke, L. Bucca, Jervis e molte volte il Verri nelle sue numerose memorie, specialmente in quella «I vulcani Cimini (3)». L. Macchiati (4), parlando della Pallanzana, dice che resta isolata dagli altri Monti Cimini «da una corrente di lava compatta e bollosa con grossi cristalli di sanidino, granuli di olivina e poche laminette di mica».

Lo ricordano anche, sempre tra i geologi, il Salmoiraghi (5), che, parlando della trachite, accenna quella dei Monti Cimini «con sanidino, leucite, mica, magnetite», ed il Tittoni (6), che parla di roccie intermedie tra il tufo e la trachite con sanidino e leucite rinvenute presso Vetralla, Toscanella e Viterbo.

---

(1) Opera cit. pag. 65.

(2) V. Procaccini Ricci. *Viaggi ai Vulcani spenti d'Italia nello Stato Romano verso il Mediterraneo.* Viaggio secondo. Tomo II 1821.

(3) A. Verri. *I vulcani cimini.* Atti della R. Accademia dei Lincei. Vol. VIII.

(4) L. Macchiati. *Note di un'escursione botanica alla Pallanzana, del gruppo dei Cimini.* Nuovo Giornale Botanica Italiano, 1886, pag. 158.

(5) F. Salmoiraghi. *Materiali naturali da costruzione,* 1892. pag. 99.

(6) T, Tittoni. *La regione trachitica dell'Agro sabatino e cerite.* Boll. d. Soc. Geolog. ital. 1885, pag. 371-72.

Tra i mineralisti, gli unici che l'abbiano ricordato, sono il Des Cloizeaux [1] (dans les laves trachytiques de Viterbe) e G. vom Rath [2], il quale dice che nella roccia dei Cimini si rinvengono cristalli tabulari, semplici o geminati, di sanidino.

Settantacinque anni dopo Procaccini-Ricci il prof. R. Meli [3] dette finalmente una descrizione, succinta sì, ma molto accurata, dei cristalli di sanidino che numerosissimi si rinvengono nella trachite a macrostruttura grossolanamente porfiroide del Monte Cimino. Egli osservò che la massima parte dei cristalli sono geminati secondo la legge di Karlsbad, e che i cristalli unici sono molto rari. Riconobbe nei cristalli raccolti le forme {010}, {110}, {001}, {$\bar{2}$01}, {130}, {021}, {$\bar{1}$11}.

---

I cristalli studiati appartengono alle Collezioni dell'Istituto Tecnico e della Scuola di Applicazione degl'Ingegneri di Roma, e mi sono stati prestati dal gentilissimo mio ex-professore sig. Romolo Meli, al quale rendo qui i più vivi ringraziamenti.

Sono 180. Di questi soltanto 21 sono unici: tutti gli altri sono geminati secondo la legge di Karlsbad.

I cristalli sono in generale grandi, completamente sviluppati, con le facce piuttosto scabre. Le dimensioni sono grandi nei geminati (i limiti osservati sono: nel più piccolo mm. $20 \times 15$, nel più grande mm. $42 \times 35$); gli individui unici sono assai più piccoli, anzi uno di essi misura soltanto mm $13 \times 5$.

I cristalli sono quasi tutti più o meno allungati secondo l'asse $z$ e piuttosto appiattiti secondo [y]; alcuni hanno le facce del protoprisma $m$ {110} e del clinoprisma $g^2$ {130} così sottili da essere veramente tabulari secondo $g^1$ {010}: però sono rari.

---

(1) A. Des Cloizeaux. *Manuel de Minéralogie.* Tome I$^a$ Paris 1862, pag. 341.

(2) *Geognostisch-mineralogische Fragmente aus Italien.* I Theil von prof. G. vom Rath. Abdruck a. d. Zeitsch. d. deutschen geol. Gesellschaft, Jahrgang 1866. Berlin 1867. Die Gegend von Bracciano und Viterbo, pag. 580.

(3) *Sopra alcune rocce e minerali raccolti nel Viterbese.* Nota del Prof. R. Meli. Bollett. della Società Geolog. Ital. Vol. XIV, 1895, fasc. II.

Tutti presentano poi, in numero maggiore o minore, delle inclusioni lamellari, quasi superficiali, di biotite, che sono disposte regolarmente in parecchi cristalli (1). A questo proposito è da notare il fatto che le facce della forma $a^{1/2}$ {$\bar{2}$01} nei geminati semplici sono sempre prive di queste lamelle e le facce di *p* {001} ne sono anch'esse prive, oppure ne presentano pochissime.

Un fatto simile fu osservato dal Fantappiè (2) nel Pirosseno del Monte delle Croci, presso Montefiascone. L'Autore notò che le facce della zona [001] sono rivestite da una patina giallo verdastra o rossigna che rispetta sempre le facce della forma {$\bar{1}$11} e spesso anche quelle del pinacoide {010}.

Ed un fenomeno dello stesso genere ho potuto osservare in un gruppo di grossi cristalli di quarzo di Hadeland (Norvegia). Questo gruppo si compone di una dozzina di cristalli impiantati di dimensioni varianti tra un massimo di mm. 58 × 30 ed un minimo di mm. 20 × 15. Tutti i cristalli sono, come si vede, molto allungati secondo l'asse verticale, e presentano la combinazione solita {10$\bar{1}$0} {10$\bar{1}$1} {01$\bar{1}$1}, che corrisponde alla combinazione {2$\bar{1}\bar{1}$} {100} {22$\bar{1}$} in simboli milleriani. Le facce del romboedro inverso sono piccolissime. Il colore è latteo e lo splendore vitreo molto forte. Il notevole in tutti questi cristalli è che le facce del prisma sono ricoperte di cristalli molto piccoli impiantati, parimenti di quarzo, presentanti la solita combinazione, e che mancano affatto sulle facce dei due romboedri, che sono invece cosparse di numerosissimi punti neri. Lo stesso fenomeno si ripete sui cristallini impiantati sulle facce del prisma. In questi cristallini i due romboedri sono ugualmente e fortemente sviluppati, mentre le facce del prisma sono piccolissime. Questi cristallini sono più grandi su tre facce contigue del prisma, mentre sulle altre tre sono molto più piccoli.

Tornando al sanidino, nei tri e tetrageminati secondo la

---

(1) G. Brocchi trovò grani di mica e di pirosseno nel Sanidino della corrente dell'Arso, isola d'Ischia, scaturita nel 1302 (Op. cit., pag. 255).

(2) Liberto Fantappiè. *Sul Peridoto in paragenesi con Magnetite e Pirosseno nel giacimento del Monte delle Croci, presso Montefiascone.* Questa Rivista, Vol. XVII.

legge di Karlsbad le facce di $a^{1/2}$ non sono prive di lamelle di biotite, ma la loro quantità varia moltissimo su ciascuno dei tre o quattro individui che compongono il tri od il tetrageminato.

Depositati sulle facce vi sono in molti cristalli anche straterelli più o meno grandi di limonite, fatto già osservato dal Procaccini-Ricci [1], ed in due cristalli ho trovato anche dei granellini di Haüyna sulle facce di $g^1$. Anche G. vom Rath [2] osservò dell' Haüyna nel sanidino.

Le forme trovate sono:

$g^1 \{010\}$; $m \{110\}$; $g^2 \{130\}$ $p \{001\}$; $a^{1/2} \{\bar{2}01\}$; $e^{1/2} \{021\}$; $b^{1/2} \{\bar{1}11\}$,

ossia quelle sole già citate dal prof. Meli.

Queste forme danno luogo alle seguenti combinazioni:

| | | | |
|---|---|---|---|
| I | $g^1\, p a^{1/2}\, m$ | cioè | $\{010\}\ \{001\}\ \{\bar{2}01\}\ \{110\}$ |
| II | $g^1\, m g^2\, p a^{1/2}$ | » | $\{010\}\ \{110\}\ \{130\}\ \{001\}\ \{\bar{2}01\}$ |
| III | $g^1\, m g^2\, p a^{1/2}\, e^{1/2}$ | » | $\{010\}\ \{110\}\ \{130\}\ \{001\}\ \{\bar{2}01\}\ \{021\}$ |
| IV | $g^1\, m g^2\, p a^{1/2}\, b^{1/2}$ | » | $\{010\}\ \{110\}\ \{130\}\ \{001\}\ \{\bar{2}01\}\ \{\bar{1}11\}$ |
| V | $g^1\, m g^2\, p a^{1/2}\, e^{1/2}\, b^{1/2}$ | » | $\{010\}\ \{110\}\ \{130\}\ \{001\}\ \{\bar{2}01\}\ \{021\}\ \{\bar{1}11\}$ |

Di queste combinazioni la prima si è rinvenuta una sola volta ed in un cristallo unico di piccole dimensioni; la seconda è la più frequente nei tri e tetrageminati. La quarta è rarissima.

In nessun cristallo si osservò meroedria.

In quanto allo sviluppo delle varie forme si può dire che il clinopinacoide $g^1$ è sempre dominante, che l'emiclinodoma $e^{1/2}$ è sempre molto piccolo e che la protoemipiramide posteriore $b^{1/2}$ è sempre piccolissima. Le altre forme hanno dimensioni piuttosto variabili, ma nei numerosi cristalli descritti particolarmente si troverà sempre accennato lo sviluppo delle varie forme.

Le lamelle di biotite sono più numerose su $g^1$ ed in generale su $g^2$ e $m$: le facce di $g^1$ sono poi anche in quasi tutti i cristalli bucherellate.

Le facce di $g^1$, $g^2$, $m$ sono striate parallelamente alla loro scambievole intersezione.

Nei geminati a penetrazione secondo la legge di Karlsbad

---

(1) Si veda la parte bibliografica.

(2) Opera cit. pag. 580.

rarissime volte la penetrazione è regolare; anzi talvolta lo sviluppo dei due individui è tale da avvicinarsi ad un geminato di intrusione perfettissimo.

Il colore dei cristalli è molto vario. In generale è grigio, ve ne sono molti però che hanno colore latteo deciso. Due soli cristalli avevano dei colori speciali: uno di colore roseo chiaro, l'altro di colore violaceo. Un sanidino di bel color violetto fu trovato nella lava del bosco delle Valli, a tre miglia da Vetralla, presso la via di Barbarano, da G. Brocchi [1]. È da notare a questo proposito che un minerale di colore chiaro quale è la leucite, è stato da me trovato nella lava di Acquacetosa [2] in numerosi cristalli di color viola bellissimo.

Nei tri-e tetrageminati i diversi individui hanno colore diverso.

Si ha anche qualche leggero accenno di pleocroismo.

I cristalli sono opachi, hanno aspetto un po' terroso, essendo superficialmente caolinizzati. Sui bordi, specialmente verso gli spigoli [$\bar{2}01$ : 010], [001 : $\bar{2}01$], [001 : 010], sono semi-trasparenti.

Si sono trovate anche parecchie associazioni regolari tra cristalli di biotite e di sanidino, descritte nelle poche parole poste sotto a ciascuno dei vari cristalli più notevoli.

I trigeminati sono piuttosto frequenti: rari assai sono invece i tetrageminati. Sono ordinariamente nettissimi; la penetrazione è per lo più poco regolare, come nei geminati semplici, e quindi si poterono misurare anche molti angoli di tutti e tre gl'individui.

Molto probabile è l'esistenza di un geminato superiore, formato da due geminati di Karlsbad uniti in geminazione secondo la legge di Baveno. Però questo gruppo è in gran parte rotto, difficile è l'impostazione goniometrica, e non si poterono quindi eseguire che misure approssimate di dubbio valore essendo le facce scabre e niente affatto splendenti.

Avendo descritto particolarmente un numero abbastanza grande di cristalli, reputo inutile dare qui altre particolarità che dovrei ripetere in seguito.

I cristalli descritti a parte o presentavano qualche cosa di

(1) Opera cit. pag. 154.

(2) A circa 10 Km. da Roma sulla via Laurentina.

speciale, oppure meglio si prestavano alle misure goniometriche.

## Cristalli unici.

N. 1. È l'unico cristallo che presenti la combinazione {010} {001} {$\bar{2}$01} {110}, ossia $g^1\, p\, a^{1/2}\, m$. Le inclusioni di mica sono abbondantissime e danno al cristallo un colore grigio molto scuro. È da notare che sono disposte differentemente sulle diverse forme. Su $p$ queste lamelle di biotite sono orizzontali, su $g^1$ sono poste in direzione tale da fare un angolo di circa 20° con l'asse $y$: su $a^{1/2}$ sono rare ed irregolarmente poste. Le facce di $p$ sono bucherellate e rugose; $g^1$ è più regolare, e meno assai lo è $a^{1/2}$. Le facce di $m$ sono poco nette e prive di inclusioni, ed hanno così un colore bianco più puro. Le facce dominanti sono quelle di $p$ e $g^1$, ugualmente sviluppate, viene poi $a^{1/2}$: piccolissime sono quelle di $m$. Dimensioni: mm. 21 $\times$ 11.

N. 2. Dimensioni mm. 29 $\times$ 12. Presenta la combinazione II : $g^1 m g^2 p a^{1/2}$ ossia {010} {110} {130} {001} {$\bar{2}$01}. Le inclusioni di mica sono disposte precisamente come nel cristallo precedente. Una delle facce di $p$ ed una di quelle di $g^1$ sono cosparse di piccolissime cavità, ben visibili solo con la lente, e che sono riempite di una sostanza grigiastra, polverulenta, forse sanidino alterato. In questo cristallo le facce sono sviluppate come nel precedente: $m$ e $g^2$ sono piccolissime. Ha struttura nettamente lamellare.

In questo cristallo si trova in parte intruso un geminato abbastanza grande secondo la legge di Karlsbad. I due individui di questo geminato, la cui posizione rispetto al cristallo unico non presenta nulla di particolare, offrono uno la combinazione III, con $e^{1/2}$ visibile quasi soltanto con la lente, e l'altro la combinazione II. Le lamelle di biotite sono disposte sulle facce {010} di tutti e due gl'individui parallelamente alla retta che unisce gli estremi posti dalla stessa parte dei due spigoli [001 : $\bar{2}$01] e [00$\bar{1}$ : $\bar{2}$0$\bar{1}$].

Questo geminato ha la lunghezza e la larghezza uguali (mm. 22), caso questo raro nel sanidino del Monte Cimino.

N. 3. È un gruppo notevole: si compone di due cristalli unici di grandezza quasi uguale, irregolarmente compenetrati,

tra i quali si è introdotto un geminato molto nitido secondo la legge di Karlsbad.

I due cristalli semplici hanno le seguenti dimensioni: uno mm. 20 × 10, l'altro mm. 22 × 7. Tutti e due presentano la combinazione II. Hanno le facce $g^1$ e $p$ un po' riflettenti, le facce $a^{1/2}$ sono invece un po' rotte in tutti e due i cristalli, e le parti presenti non riflettono affatto.

Il cristallo più piccolo è abbastanza ricco in lamelle di biotite disposte secondo il modo già descritto per i cristalli semplici, e sono numerosissime anche sulle facce di $m$ e $g^2$, sulle quali sono poste parallelamente a quelle che si trovano su $g^1$. Il colore di questo cristallo è grigio-violaceo.

L'altro cristallo presenta pochissime inclusioni di mica, ed ha colore bianco latteo su $g^1$ e grigio su $p$ e $a^{1/2}$.

Il geminato che si trova tra i due individui unici è molto allungato nella direzione dell'asse $z$, misurando mm. 17 × 10. Ha le facce assai nitide, ben sviluppate e piane. Presenta la combinazione più ricca trovata in questo giacimento, e cioè la V : $g^1$ $g^2$ $m$ $a^{1/2}$ $p$ $e^{1/2}$ $b^{1/2}$, cioè in simboli milleriani $\{010\}$ $\{130\}$ $\{110\}$ $\{\bar{2}01\}$ $\{001\}$ $\{021\}$ $\{\bar{1}11\}$. Mancano le solite lamelle di biotite; sulle facce di $g^2$ e $m$ si scorgono invece numerose e grosse macchie di limonite. Dominante è $g^1$, più piccoli sono $g^2$ e $m$, segue in grandezza $p$, poi $a^{1/2}$, quindi $e^{1/2}$ che ha le facce piuttosto ampiamente sviluppate e riflettenti ed in ultimo $b^{1/2}$ con le facce piccolissime e alquanto curve.

N. 4. È uno dei più piccoli tra i cristalli osservati. Dimensioni mm. 13 × 5.

Offre la solita combinazione II. Le lamelle di biotite sono scarsissime e si rinvengono soltanto su una delle due facce di $g^1$. Domina $g^1$, poi viene $p$, quindi, a gran distanza, $a^{1/2}$. Il proto e il clinoprisma hanno facce piccolissime.

Il colore è latteo; lo splendore è perlaceo su $\{010\}$, vitreo su tutte le altre forme.

Si presta abbastanza alle misure goniometriche, avendo le facce nette e piane, che danno al goniometro immagini pochissimo diffuse. — Ecco gli angoli misurati:

$010 : 110 = 59°28'$ $\qquad$ $001 : 010 = 90°\ 0'$

$0\bar{1}0 : 1\bar{1}0 = 59\ 30$ $\qquad$ $001 : 1\bar{1}0 = 67\ 48$

| | |
|---|---|
| 110 : 1$\bar{1}$0 = 60 59 | 001 : 110 = 67 48 |
| 110 : 130 = 30 0 | 001 : 1$\bar{3}$0 = 77 33 |
| 1$\bar{1}$0 : 1$\bar{3}$0 = 29 59 | 001 : 130 = 77 35 |
| 010 : 130 = 29 20 | 010 : $\bar{2}$01 = 90 0 |
| 001 : $\bar{2}$01 = 80 20 | $\bar{2}$01 : $\bar{1}$10 = 45 30 |

130 : 1$\bar{3}$0 = 58°49′

N. 5. La combinazione e lo sviluppo delle varie forme è il solito.

Le inclusioni di mica sono molto numerose, tranne sulle facce di $a^{1/2}$.

Le facce sono scabrissime, irregolarmente conformate. La (010) di $g^1$ è profondamente striata, sì da divenire quasi a struttura bacillare, parallelamente allo spigolo [010 : 130].

Molto ricche di inclusioni sono le facce di $p$, sulle quali le lamelle di biotite sono poste perpendicolarmente allo spigolo [010 : 001]. Le facce di $m$ e $g^2$ ne sono esenti quasi completamente.

Sulle facce di $g^1$ e $p$ sono numerosissimi i cristalli di mica impiantati, disposti però irregolarmente e di dimensioni molto piccole.

In questo cristallo si riscontrano numerosissime su tutte le facce, tranne quelle di $g^1$, le macchie di limonite.

Questo cristallo è anche un po' pleocroico: su $g^1$ si ha colore grigio-scuro, su $p$, $m$, $g^2$ colore grigio chiaro e su $a^{1/2}$ colore grigio tendente al rossigno.

Non è stato possibile misurare con esattezza alcun angolo, stante la grande irregolarità delle facce. Dimensioni mm. 27 × 22.

N. 6. Presenta la combinazione III, $g^1$ $g^2$ $m$ $p$ $a^{1/2}$ $e^{1/2}$ ossia {010} {130} {110} {001} {$\bar{2}$01} {021}, combinazione rarissima nei cristalli unici, non essendo stata trovata che in questo cristallo. Lo sviluppo delle varie forme è il solito particolare ai cristalli semplici.

Le inclusioni di mica mancano.

Il colore è latteo.

Le facce hanno superficie piuttosto regolare, tranne (0$\bar{1}$0), che è tutta a ondulazioni e cavità, ed è coperta in quasi tutta la sua estensione da piccoli cristalli di mica disposti in generale irregolarmente. Anche le facce di $p$ sono bucherellate.

Sulla (010) di $g^1$ è posto in accrescimento parallelo un altro individuo semplice, presentante la combinazione II, allungato nella direzione di [$z$], con le facce di $a^{1/2}$ poco sviluppate.

N. 7. È uno dei gruppi più piccoli studiati. Si compone di un individuo unico impiantato su un geminato secondo la legge di Karlsbad.

L' individuo unico ha le dimensioni: mm. 15 × 8. Presenta la combinazione II. Lo sviluppo delle facce è il solito di questi cristalli unici; soltanto in questo esemplare $g^2$ è ben sviluppato, mentre sottilissime sono le facce di $m$.

Le lamelle di biotite mancano quasi completamente, e si trovano soltanto su $g^1$.

Sulla (0$\bar{1}$0) è impiantato un cristallo di biotite che ha le dimensioni: mm. 3 × 2, che presenta la combinazione }001{ }010{ }111{. Da una leggera sutura di geminazione che si vede abbastanza distintamente su }001{ è da argomentare che sia geminato secondo una faccia di }11$\bar{1}${. Questo cristallo è posto in modo da avere lo spigolo [001 : 11$\bar{1}$] parallelo allo spigolo [010 : 001] del sanidino.

Il geminato di sanidino secondo la legge di Karlsbad sul quale è impiantato il cristallo unico, è allungato nella direzione dell'asso $z$ ed è tabulare secondo $g^1$, Le dimensioni dell' insieme sono mm. 20 × 9 × 3.

Ciascuno dei due individui presenta la combinazione V, con le facce di $e^{1/2}$ molto sviluppate. Le inclusioni di mica mancano completamente.

Le facce sono piane e ben conformate, però mancano assolutamente di splendore. Il colore è grigio sporco.

Lo sviluppo delle varie forme presentate da questo geminato è rarissimo nel giacimento. Dominante è $g^1$, seguito da $e^{1/2}$; poi vengono $g^2$, $m$ con le facce ugualmente sviluppate: quindi si hanno $p$ e $a^{1/2}$. La protoemipiramide posteriore $b^{1/2}$ ha faccette piccolissime.

La penetrazione è molto regolare.

Nel cristallo unico furono eseguite alcune misure di cui ecco qui il risultato:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 110 : 1$\bar{1}$0 | = 61° 2′ | 010 : 001 | = 90° 1′ |
| 010 : 110 | = 59 27 | 001 : 110 | = 67 46 |

| | |
|---|---|
| $0\bar{1}0 : 1\bar{1}0 = 59\ 27^{1/2}$ | $001 : 1\bar{1}0 = 67\ 48$ |
| $110 : 130 = 30\ \ 0$ | $001 : 130 = 77\ 35$ |
| $1\bar{1}0 : 1\bar{3}0 = 30\ \ 2$ | $001 : 1\bar{3}0 = 77\ 37$ |
| $010 : 130 = 29\ 23$ | $010 : \bar{2}01 = 89\ 57$ |
| $\bar{2}01 : 001 = 80\ 19$ | $\bar{2}01 : \bar{1}10 = 45\ 37$ |

$130 : 1\bar{3}0 = 58°52'$

## Geminati semplici
## secondo la legge di Karlsbad.

N. 8. I due individui sono di uguale grandezza, completamente sviluppati. Gli angoli rientranti sono piccolissimi, ed il geminato è molto prossimo a passare alla categoria dei geminati d'intrusione. Ciascuno dei due individui ha le dimensioni: mm. 30 × 25, e presenta la cambinazione II.

Il cristallo è di color grigio; presenta inclusioni macroscopiche di mica, poste parallelamente alla faccia (130). Queste inclusioni sono in particolar modo frequenti sulle facce delle forme $g^1$, $g^2$, $m$; le facce di $p$ ne presentano poche, e le facce di $a^{1/2}$ sono completamente esenti da inclusioni, come ho osservato in tutti i geminati semplici, e di colore grigio più chiaro.

La forma più sviluppata è $g^1$; pure molto sviluppata è $a^1{}_{/2}$.

È uno dei cristalli meno alterati del giacimento, ed ha quindi uno splendore vitreo abbastanza forte tendente al resinoso, specie sulle facce di $a^{1/2}$.

Le facce sono sufficientemente piane e liscie e si prestano alle misure.

Essendo il geminato quasi d'intrusione non si poterono misurare che gli angoli di un solo individuo, poichè dell'altro non erano visibili che una faccia di $g^1$, una di $g^2$ ed un tratto piccolissimo di $p$ e $a^{1/2}$.

| | |
|---|---|
| $110 : 1\bar{1}0 = 61°\ 4'$ | $110 : 001 = 67°42'$ |
| $010 : 110 = 59\ 32$ | $1\bar{1}0 : 001 = 67\ 48$ |
| $110 : 130 = 30\ \ 3$ | $001 : 130 = 77\ 44$ |
| $1\bar{1}0 : 1\bar{3}0 = 30\ \ 2$ | $001 : 1\bar{3}0 = 77\ 43$ |
| $010 : 130 = 29\ 28$ | $010 : \bar{2}01 = 89\ 57$ |
| $\bar{2}01 : 001 = 80\ 17$ | $\bar{2}01 : \bar{1}10 = 45\ 38$ |
| $010 : 001 = 89\ 58$ | $130 : 1\bar{3}0 = 58\ 50$ |

N. 9. Geminato di colore grigiastro, con grandi inclusioni di biotite sulle facce di $g^1$ e $m$, disposte affatto irregolarmente. Sulle facce di $p$ e $a^{1/2}$ non si osservano inclusioni. Le facce di $g^1$, $m$ sono bucherellate; più piane e lisce sono le facce di $a^{1/2}$ e di $p$. Dimensioni: mm. 32,5 × 24.

Ciascuno dei due individui offre la combinazione III: $g^1$ $g^2$ $m$ $p$ $a^{1/2}$ $e^{1/2}$, o, in simboli di Miller $\{010\}$ $\{130\}$ $\{110\}$ $\{001\}$ $\{\bar{2}01\}$ $\{021\}$.

Le facce dominanti sono quelle di $g^1$ e $m$; $e^{1/2}$ è sottilissima, e si vede chiaramente solo con la lente.

| Angoli | I Individuo | II Individuo |
|---|---|---|
| $110 : \bar{1}10$ | 60°58′ | 61° 2′ |
| $110 : 010$ | 59 28 | 59 27 |
| $110 : 130$ | 30 0 | 30 2 |
| $010 : 130$ | 29 27 | 29 22 |
| $001 : \bar{2}01$ | 80 18 | 80 21 |
| $001 : 021$ | 44 48 | 44 50 |
| $010 : 021$ | 45 6 | 45 11 |
| $001 : 010$ | 89 59 | 90 0 |
| $001 : 110$ | 67 49 | 67 46 |
| $001 : \bar{1}10$ | 67 44 | 67 46 |
| $001 : 130$ | 77 33 | 77 29 |
| $001 : \bar{1}30$ | 77 31 | 77 30 |
| $010 : \bar{2}01$ | 90 0 | 90 1 |
| $130 : \bar{1}30$ | 58 52 | 58 50 |

In questo, come nei seguenti geminati e trigeminati, per facilitazione tipografica ho dato ad ogni faccia il simbolo che le spetta considerando ciascun individuo come unico.

N. 10. È il cristallo più ricco di inclusioni di biotite che io abbia osservato. Tutte le facce, tranne quelle di $a^{1/2}$, sono piene di lunghe lamelle di biotite che fanno con l'asse $z$ un angolo di circa 5°. Le facce sono inoltre scabre, ad eccezione di quelle di $a^{1/2}$ e di $p$; su $g^1$ si mostrano granuli informi di sanidino e biotite, ed anche un cristalletto di sanidino in accrescimento parallelo.

Ciascuno dei due individui presenta la combinazione V. Dominante è $g^1$, quindi, in ordine di sviluppo, vengono $g^2$, $m$, $p$, $a^{1/2}$,

che è piuttosto piccola, e $e^{1|2}$ appena accennata. La protoemipiramide posteriore $b^{1|2}$ ha faccette piccole, ma nette e lucenti.

Le dimensioni sono: mm. 30 × 28.

| Angoli | I Individuo | II Individuo |
|---|---|---|
| $110 : 1\bar{1}0$ | 60°58′ | 61° 0′ |
| $110 : 010$ | 59 29 | 59 32 |
| $110 : 130$ | 29 58 | 30 0 |
| $010 : 130$ | 29 27 | 29 29 |
| $001 : \bar{2}01$ | 80 17 | 80 20 |
| $001 : 021$ | 44 50 | 44 48 |
| $010 : 021$ | 45 12 | 45 10 |
| $001 : 010$ | 90 1 | 89 59 |
| $001 : 110$ | 67 47 | 67 46 |
| $001 : 1\bar{1}0$ | 67 49 | 67 48 |
| $001 : \bar{1}11$ | 55 14 | — |
| $001 : 130$ | 77 35 | 77 33 |
| $001 : 1\bar{3}0$ | 77 33 | 77 31 |
| $010 : \bar{1}11$ | 63 15 | — |
| $010 : \bar{2}01$ | 90 0 | 90 0 |
| $021 : 110$ | 51 10 | 51 12 |
| $021 : \bar{1}10$ | 84 43 | 84 46 |
| $\bar{1}11 : 110$ | 85 2 | 85 6 |
| $\bar{2}01 : \bar{1}10$ | 45 30 | 45 38 |
| $\bar{2}01 : 021$ | 83 16 | 83 17 |
| $\bar{2}0\bar{1} : 02\bar{1}$ | 83 18 | 83 19 |
| $\bar{2}01 : \bar{1}11$ | 39 22 | — |
| $130 : 021$ | 39 48 | 39 48 |
| $130 : \bar{1}11$ | 77 41 | 77 42 |
| $130 : 1\bar{3}0$ | 58 55 | 58 52 |
| $\bar{1}11 : \bar{1}\bar{1}1$ | 53 30 | 53 36 |

N. 11. É alquanto allungato nella direzione dell' asse $z$, avendo le dimensioni: mm. 30 × 24. Le lamelle di biotite sono poche e disposte irregolarmente soltanto sulle facce di $g^1$ e $g^2$. Le facce di $g^1$ sono molto scabre e cavernose.

I due individui presentano combinazioni diverse, e cioè uno la combinazione II, l' altro la rara combinazione IV. Dominante è $g^1$, le facce di $g^2$ e $m$ sono piuttosto strette, $a^{1|2}$ e $p$ sono poi ugualmente sviluppate.

Lo splendore è vitreo, leggermente tendente al resinoso.

| Angoli | I Individuo | II Individuo |
|---|---|---|
| $110 : 1\bar{1}0$ | 61° 8′ | 61° 4′ |
| $110 : 010$ | 59 27 | 59 30 |
| $\bar{1}10 : 130$ | 30 7 | 30 3 |
| $1\bar{1}0 : 1\bar{3}0$ | 30 5 | 30 0 |
| $010 : 130$ | 29 24 | 29 26 |
| $001 : \bar{2}01$ | 80 20 | 80 18 |
| $001 : 010$ | 90 0 | 89 58 |
| $001 : 110$ | 67 47 | 67 46 |
| $001 : 1\bar{1}0$ | 67 $46\frac{1}{2}$ | 67 45 |
| $001 : \bar{1}11$ | — | 55 10 |
| $001 : 130$ | 77 29 | 77 30 |
| $001 : 1\bar{3}0$ | 77 25 | 77 28 |
| $010 : \bar{1}11$ | — | 63 13 |
| $010 : \bar{2}01$ | 90 1 | 90 0 |
| $110 : \bar{1}11$ | — | 85 6 |
| $\bar{1}10 : \bar{2}01$ | 45 41 | 45 38 |
| $\bar{1}11 : \bar{2}01$ | — | 39 20 |
| $\bar{1}11 : 130$ | — | 77 45 |
| $\bar{1}11 : \bar{1}\bar{1}1$ | — | 53 36 |
| $130 : 1\bar{3}0$ | 58 52 | 58 57 |

N. 12. È piuttosto piccolo, non misurando che mm. 28 × 22 ed è molto ricco di inclusioni lamellari di biotite. Presenta la combinazione III. Piccolissime cavità di forma molto svariata coprono completamente $g^1$. Sulla (010) di $g^1$ vi sono due individui uniti in accrescimento parallelo per {001}, e messi in posizione tale da avere gli spigoli [010 : 021] paralleli allo stesso spigolo dell'individuo principale. Questi due individui, che presentano la combinazione III, hanno le seguenti dimensioni: uno millimetri 7,5 × 8, l'altro mm. 3,5 × 1,5.

Le facce del geminato sono abbastanza piane, e si prestano bene alle misure.

| Angoli | I Individuo | II Individuo |
|---|---|---|
| $110 : 1\bar{1}0$ | 61° 4′ | 61° 2′ |
| $110 : 010$ | 59 28 | 59 $28\frac{1}{2}$ |

| Angoli | I Individuo | II Individuo |
|---|---|---|
| 110 : 130 | 30 2 | 30 3 |
| 010 : 130 | 29 22 | 29 26 |
| 001 : $\bar{2}01$ | 80 21 | 80 21 |
| 001 : 021 | 44 52 | 44 51 |
| 010 : 021 | 45 8 | 45 10 |
| 001 : 010 | 90 0 | 90 3 |
| 001 : 110 | 67 46 | 67 47 |
| 001 : $1\bar{1}0$ | 67 44 | 67 44 |
| 001 : 130 | 77 30 | 77 30 |
| 001 : $1\bar{3}0$ | 77 29 | 77 32 |
| 010 : $\bar{2}01$ | 90 1½ | 89 58 |
| 021 : 110 | 51 12 | 51 13 |
| $\bar{2}01$ : $\bar{1}10$ | 45 34 | 45 38 |
| $\bar{2}01$ : 021 | 83 18 | 83 17 |
| $\bar{2}0\bar{1}$ : $02\bar{1}$ | 83 20 | 83 17 |
| 021 : 130 | 39 50 | 39 51 |
| 130 : $1\bar{3}0$ | 58 49 | 58 50 |

Nel più grande dei due individui impiantati si misurarono gli angoli seguenti:

| | |
|---|---|
| 110 : 130 = $30^0$ 7′ | 010 : 021 = $45^0$ circa |
| 010 : 130 = 29 30 | 010 : 001 = 89 58′ |
| $\bar{2}01$ : 001 = 80 20 | 021 : 110 = 51 10 |
| 021 : 001 = 44 51 | 021 : $\bar{2}01$ = 83 6 |

N. 13. I due individui componenti il geminato hanno grandezza un po' diversa; uno ha mm. 30 × 28, l'altro mm. 38 × 26. Ambedue gl'individui presentano la combinazione II. La conformazione fisica delle facce dei due cristalli è notevolmente diversa. Così nel cristallo più grande, la (010) è di colore quasi perfettamente bianco roseo, presenta soltanto qua e là delle piccole puntinature nere di biotite, ed è solcata verticalmente da numerose cavità lunghe e sottili. Su questa faccia si osservano pure alcuni granuli piccolissimi di una sostanza verdognola, che l'analisi microchimica determinò come haüyna. Le facce di $g^2$ e $m$ sono bianche e di aspetto vetroso, quasi completamente prive di lamelle di biotite.

Nell'altro individuo, invece, la (010) ha colore grigio molto

scuro, presenta numerose le inclusioni lamellari di biotite, poste tutte parallelamente tra loro e che fanno un angolo di circa 45° con la verticale. Mancano completamente le cavità e l'haüyna osservata sulla (010) dell'altro individuo. Le facce di $g^2$ ed $m$ sono piene di biotite e di colore grigio non molto scuro.

Anche lo sviluppo delle facce è diverso nei due individui. Nel primo le forme $g^2$, $m$ sono molto grandi, mentre nell'altro sono piuttosto piccole; l'$a^{1/2}$ del primo è all'opposto assai poco sviluppata, mentre è sviluppatissima nell'altro. Naturalmente, in ambedue domina $g^1$.

La penetrazione in questo geminato è abbastanza regolare, e perciò si possono misurare soltanto pochi angoli dell'individuo meno sviluppato. L'altro non dà immagini molte buone al goniometro.

| Angoli | I Individuo | II Individuo |
|---|---|---|
| 110 : $1\bar{1}0$ | — | 61° 0′ |
| 110 : 010 | — | 59 29 |
| 110 : 130 | — | 29 56 |
| 010 : 130 | 29°28′ | 29 26 |
| 001 : $\bar{2}01$ | 80 17 | 80 14 |
| 001 : 010 | 89 57 | 90 0 |
| 001 : 110 | — | 67 46 |
| 001 : $1\bar{1}0$ | — | 67 50 |
| 001 : 130 | 77 34 | 77 28 |
| 010 : $\bar{2}01$ | 89 58 1/2 | 90 1 |
| $\bar{2}01$ : $\bar{1}10$ | — | 45 37 |
| $1\bar{1}0$ : 130 | — | 29 58 |
| 001 : $1\bar{3}0$ | 77 32 | 77 26 |
| 130 : $1\bar{3}0$ | 58 53 | 58 56 |

N. 14. È uno dei più perfetti cristalli osservati. Tutte le facce sono liscie e piane, hanno colore grigio tendente alquanto al violaceo. Ambedue i cristalli sono completamente e perfettamente sviluppati, ed hanno le stesse dimensioni: mm. 35 × 27 Presentano tutti e due la combinazione III. Lo sviluppo delle varie forme è notevole. Dopo $g^1$, la forma più sviluppata è $p$, seguita a breve distanza da $a^{1/2}$.

I due individui presentano alcune differenze che meritano di essere notate. In uno $e^{1/2}$ ha un grande sviluppo, quasi quan-

to $m$, mentre invece nell'altro è piccolissima. Ebbene, nel primo le inclusioni di biotite sono molto numerose su $g^1$ e $g^2$ ed hanno l'aspetto di lamelle poste perfettamente parallelamente à [$z$]: le altre forme non ne hanno affatto. Nell'altro cristallo la biotite è invece molto scarsa. Su $g^1$ si vedono soltanto due o tre sottilissime lamelle verticali e su $p$ poche inclusioni filiformi di biotite perpendicolarmente allo spigolo [010 : 001].

Al goniometro danno immagini abbastanza nette.

| Angoli | I Individuo | II Individuo |
|---|---|---|
| 110 : 1$\bar{1}$0 | 61° 2′ | 60°59′ |
| 110 : 010 | 59 28 | 59 30 |
| 110 : 130 | 30 0 | 29 59 |
| 1$\bar{1}$0 : 1$\bar{3}$0 | 30 3 | 30 1 |
| 010 : 130 | 29 26 | 29 28 |
| 001 : $\bar{2}$01 | 80 16 | 80 15 |
| 001 : 021 | 44 46 | 44 48 |
| 010 : 021 | 45 12 | 45 10 |
| 001 : 010 | 90 0 | 90 1 |
| 001 : 110 | 67 47 | 67 46 |
| 001 : 1$\bar{1}$0 | 67 46 | 67 44 |
| 001 : 130 | 77 30 | 77 28 |
| 001 : 1$\bar{3}$0 | 77 29 | 77 26 |
| 010 : $\bar{2}$01 | 89 59 | 90 0 |
| 021 : 110 | 51 8 | 51 12 |
| 021 : $\bar{1}$10 | 84 48 | 84 50 |
| $\bar{2}$01 : 021 | 83 14 | 83 12 |
| $\bar{2}$01 : $\bar{1}$10 | 45 35 | 45 37 |
| 021 : 130 | 39 52 | 39 54 |
| 130 : 1$\bar{3}$0 | 58 56 | 58 52 |

N 15. È un geminato secondo la legge di Karlsbad tra i due individui del quale si è intromesso un cristallo unico. Una parte del gruppo è rotta, però è facile vedere che avrebbe, se completo, le dimensioni mm. 35 × 30. Ciascuno dei tre cristalli presenta la combinazione II.

Le inclusioni di mica sono numerose su tutti e tre gli individui, però le facce di $m$ e di $a^{1/2}$ ne sono completamente prive. Su $g^1$ sono disposte parallelamente allo spigolo [010 : 130].

Lo sviluppo delle varie forme presentato da questo geminato

è piuttosto raro ed analogo a quello del geminato descritto al N. 14. Dominante è $g^1$, subito dopo $p$, quindi $a^{1/2}$ ed in ultimo, con le facce basse e larghe, $g^2$ e $m$.

Il cristallo unico intruso presenta la combinazione II con lo sviluppo solito: le facce di $m$ sono piccolissime. Su $g^1$ presenta inclusioni sottilmente laminari di biotite, poste parallelamente allo spigolo [$010 : \bar{2}01$].

| Angoli | I Individuo | II Individuo | Individuo unico |
|---|---|---|---|
| $110 : 1\bar{1}0$ | 60°59′ | 61° 0′ | 61° 2′ |
| $110 : 010$ | 59 29 | 59 27 | 59 26 |
| $1\bar{1}0 : 0\bar{1}0$ | — | — | 59 28 |
| $110 : 130$ | 30 3 | 29 58 | 30 2 |
| $1\bar{1}0 : 1\bar{3}0$ | — | — | 30 0 |
| $010 : 130$ | 29 25 | 29 27 | 29 24 |
| $001 : \bar{2}01$ | 80 16 | 80 18 | 80 18 |
| $001 : 010$ | 89 58 | 90 0 | 90 0 |
| $001 : 110$ | 67 47 | 67 48 | 67 46 |
| $001 : 1\bar{1}0$ | 67 45 | 67 48 | 67 44 |
| $001 : 130$ | 77 30 | 77 27 | 77 31 |
| $001 : 1\bar{3}0$ | 77 33 | 77 29 | 77 32 |
| $010 : \bar{2}01$ | 90 0 | 89 57 | 90 1 |
| $\bar{2}01 : \bar{1}10$ | 45 37 | 45 33 | 45 35 |
| $130 : 1\bar{3}0$ | 58 55 | 58 58 | 58 57 |

N. 16. Le dimensioni di questo geminato sono mm. 40 × 26. Ciascuno dei due individui presenta la rara combinazione IV: $g^2\, g^2\, m\, p\, a^{1/2}\, b^{1/2}$, cioè {010} {130} {110} {001} {$\bar{2}01$} {$\bar{1}11$}. Dominante è $g^1$, vengono poi $g^2$, $m$, quindi $p$ ed in ultimo $a^{1/2}$. Le facce di $b^{1/2}$ sono piccolissime.

Rispetto alle lamelle di biotite intercluse, che sono piuttosto numerose, i due individui si comportano diversamente. In tutti e due sono poste parallelamente all'asse $z$, ma mentre in uno si trovano soltanto sulle facce (010) e (001), e ne sono prive le facce di $g^2$, $m$, $a^{1/2}$ e ($00\bar{1}$), nell'altro si trovano sulle facce di $g^1$, $g^2$, $m$ e rispettano le altre.

Un altro fatto notevole è che sulla faccia visibile di $g^1$ di ambedue gl'individui vi è una grossa cavità, in uno perfettamente quadrata, nell'altro perfettamente rettangolare. Le dimensioni sono: mm. 12 per la prima e mm. 8 × 12 nella secon-

da. Gli spigoli di queste cavità, che hanno una profondità di circa mm. 2,5, sono nettissimi. Il fondo è irregolare, ed alla lente sembra formato da molti individui grossolanamente cristallini e benissimo conservati di sanidino.

Le facce riflettono abbastanza bene e danno buone misure.

| Angoli | I Individuo | II Individuo |
|---|---|---|
| $110 : 1\bar{1}0$ | 61° 2′ | 61° 0′ |
| $110 : 010$ | 59 30 | 59 30 |
| $110 : 130$ | 30 3 | 30 0 |
| $1\bar{1}0 : 1\bar{3}0$ | 30 2 | 29 58 |
| $010 : 130$ | 29 28 | 29 30 |
| $001 : \bar{2}01$ | 80 20 | 80 16 |
| $001 : 010$ | 90 0 | 89 58 |
| $001 : 110$ | 67 47 | 67 48 |
| $001 : 1\bar{1}0$ | 67 49 | 67 50 |
| $001 : \bar{1}11$ | 55 16 | 55 5 |
| $001 : 130$ | 77 36 | 77 28 |
| $010 : \bar{1}11$ | 63 13 | 63 15 |
| $010 : \bar{2}01$ | 89 56 | 89 59 |
| $110 : \bar{1}11$ | 84 57 | 85 0 |
| $\bar{1}10 : \bar{2}01$ | 45 31 | 45 33 |
| $\bar{1}11 : \bar{2}01$ | 39 23 | 39 21 |
| $\bar{1}11 : 130$ | 77 48 | 77 45 |
| $\bar{1}11 : \bar{1}\bar{1}1$ | 53 29 | 53 37 |
| $130 : 1\bar{3}0$ | 58 55 | 68 57 |

N. 17. È uno dei più piccoli geminati, non misurando che mm. 35 × 27. È l'unico esemplare che presenti un bellissimo colore rosa chiaro. Ciascuno dei due individui offre la combinazione II. Le inclusioni di mica sono grosse e rare, e si rinvengono quasi esclusivamente sulle facce di $g^1$.

Sulla faccia (001) di uno dei due individui è impiantato un cristallo di mica piuttosto grande. È dotato di forte splendore metallico e presenta la combinazione $\{001\}$ $\{010\}$ $\{11\bar{1}\}$. È uno di quei geminati in cui gl'individui sono sovrapposti, e si rivolgono le facce (001): corrisponde esattamente a quello rappresentato nella fig. 4 dello Tschermak (Vol. II. p. 205). È posto in modo da avere lo spigolo [010 : 001] parallelo allo spigolo [001 : $\bar{2}01$] del sanidino.

| Angoli | I Individuo | II Individuo |
|---|---|---|
| 110 : 1$\bar{1}$0 | 60°58′ | 61° 1′ |
| 110 : 010 | 59 28 | 59 26 |
| 110 : 130 | 30 3 | 29 59 |
| 1$\bar{1}$0 : 1$\bar{3}$0 | 30 2 | 30 0 |
| 010 : 130 | 29 29 | 29 26 |
| 001 : $\bar{2}$01 | 80 18 | 80 14 |
| 001 : 010 | 90 0 | 89 58 |
| 001 : 110 | 67 48 | 67 46 |
| 001 : 1$\bar{1}$0 | 67 48 | 67 45 |
| 001 : 130 | 77 38 | 77 35 |
| 001 : 1$\bar{3}$0 | — | 77 39 |
| 010 ; $\bar{2}$01 | 90 0 | 90 1 |
| $\bar{1}$10 : $\bar{2}$01 | 45 34 | 45 39 |
| 130 : 1$\bar{3}$0 | 58 51 | 58 56 |

N. 18. È un geminato secondo la legge di Karlsbad tra i due individui del quale si è introdotto un cristallo unico.

Le dimensioni del geminato sono: mm. 35 × 30. In ambedue gl'individui una parte della zona prismatica è rotta. Presentano la combinazione III: $g^1$ $g^2$ $m$ $p$ $a^{1|2}$ $e^{1|2}$, ossia }010{ }130{ }110{ }001{ }$\bar{2}$01{ }021{.

Le solite lamelle di mica sono rare; uno solo dei due individui ne ha molte su $g^1$. Numerosi invece sono i cristallini di biotite impiantati sulle facce dei due cristalli, ma sono troppo piccoli per poter essere descritti.

Le facce di $g^1$ di ambedue gl'individui sono cariate e tendono alla struttura fibrosa, fenomeno questo già osservato dal Brocchi.

Notevole è il fatto che $a^{1|2}$ ha facce molto piccole, il che si verifica raramente nel sanidino di questo giacimento. Dominante è $g^1$, segue $p$, quindi il clino ed il protoprisma; in ultimo $a^{1|2}$. L'emiclinodoma $e^{1|2}$ ha facce piccolissime.

Uno dei due individui ha colore grigio leggermente roseo, l'altro è grigio.

Il cristallo unico intruso presenta l'habitus comune nei cristalli unici.

| Angoli | I Individuo | II Individuo |
|---|---|---|
| $110 : 1\bar{1}0$ | $61^0\ 3'$ | $61^0\ 1'$ |
| $110 : 010$ | 59 25 | 59 27 |
| $110 : 130$ | 30 0 | 29 58 |
| $1\bar{1}0 : 1\bar{3}0$ | 30 1 | — |
| $010 : 130$ | 29 29 | 29 26 |
| $001 : \bar{2}01$ | 80 15 | 80 17 |
| $001 : 021$ | 44 50 | 44 48 |
| $010 : 021$ | 45 5 | 45 7 |
| $001 : 010$ | 89 59 | 89 58 |
| $001 : 110$ | 67 47 | 67 45 |
| $001 : 1\bar{1}0$ | 67 49 | 67 48 |
| $001 : 130$ | 77 32 | 77 35 |
| $001 : 1\bar{3}0$ | 77 43 | 77 45 |
| $010 : \bar{2}01$ | 90 0 | 89 58 |
| $021 : 110$ | 51 12 | 51 13 |
| $021 : \bar{1}10$ | 84 45 | 84 46 |
| $\bar{2}01 : \bar{1}10$ | 45 34 | 45 36 |
| $\bar{2}01 : 021$ | 83 9 | 83 10 |
| $021 : 130$ | 39 53 | 39 51 |
| $130 : 1\bar{3}0$ | 58 52 | 58 56 |

N. 19. Le dimensioni del geminato sono; mm. 42 × 35. I due individui sono completamente e perfettamente sviluppati. Uno presenta la combinazione II, l'altro la III.

Il primo ha scarse inclusioni di mica, ma di maggiore grandezza, e sono disposte quasi verticalmente. Si trovano soltanto su $g^1$, che è anche bucherellata. Lo sviluppo delle varie forme è quello stesso del geminato descritto al N. 14.

L'altro individuo è assai ricco su $g^1$ di inclusioni molto piccole di biotite, disposte irregolarmente, con una certa tendenza però a disporsi parallelamente all' asse $y$. Su $g^2$ vi è uno straterello piuttosto grande di limonite.

Cristallini di mica impiantati si mostrano su (010) e su ($\bar{2}01$), e sono insufficientemente grandi e nitidi per poterli descrivere.

Su (010) se ne vedono due, posti fra loro parallelamente: presentano tutti e due la combinazione $\{001\}$ $\{010\}$ $\{11\bar{1}\}$. Anche con la lente è impossibile scorgere angoli rientranti. Sono disposti in modo da avere lo spigolo [$001 : 11\bar{1}$] parallelo allo spi-

golo [001 : 010] del sanidino. Questa associazione regolare è stata descritta al N. 7.

Su ($\bar{2}01$) vi sono ugualmente due cristallini di biotite isorientati. Presentano la combinazione {001} {010} {11$\bar{1}$} {111}, rinvenuta raramente. In questa associazione regolare lo spigolo [001 ; 11$\bar{1}$] della biotite è perpendicolare allo spigolo [$\bar{2}01$ : 110] del sanidino.

Sulla faccia (010) di questo individuo vi è anche unito per $g^1$ un geminato di sanidino secondo la solita legge di Karlsbad, tabulare secondo $g^1$. Dimensioni : mm. 8 × 5. Inclusioni di mica questo geminato ne presenta pochissime. È di un bel colore bianco-latteo. Tutti e due gl' individui presentano la combinazione II. Hanno facce molto lisce e piane : su $g^1$ vi è un cristallino di haüyna, pressochè invisibile ad occhio nudo, ma che con una forte lente fa facilmente riconoscere la sua forma di geminato a penetrazione.

Tutti e due i cristalli del geminato principale si prestano molto alle misure.

| Angoli | I Individuo | II Individuo |
|---|---|---|
| 110 : 1$\bar{1}$0 | 61°0′ | 61° 4′ |
| 110 · 010 | 59 22 | 59 25 |
| 110 : 130 | 29 59 | 30 3 |
| 1$\bar{1}$0 : 1$\bar{3}$0 | 30 2 | 30 1 |
| 010 : 130 | 29 28 | 29 27 |
| 001 : $\bar{2}$01 | 80 18 | 80 16 |
| 001 : 021 | — | 44 49 |
| 010 : 021 | — | 45 11 |
| 001 : 010 | 90 0 | 90 0 |
| 001 : 110 | 67 46 | 67 48 |
| 001 : 1$\bar{1}$0 | — | 67 47 |
| 001 : 130 | 77 30 | 77 30 |
| 010 : $\bar{2}$01 | 89 59 | 90 3 |
| 021 : 110 | — | 51 5 |
| 021 : $\bar{1}$10 | — | 84 40 |
| $\bar{2}$01 : $\bar{1}$10 | 45 33 | 45 39 |
| 021 : $\bar{2}$01 | — | 83 7 |
| 021 : 130 | — | 39 59 |
| 130 : 1$\bar{3}$0 | 58 53 | 58 51 |

Nel geminato impiantato si misurarono i seguenti angoli in uno dei due individui:

| | | | |
|---|---|---|---|
| $110 : 1\bar{1}0$ | $= 61^0\ 3'$ | $001 : 010$ | $= 89^0 59'$ |
| $110 : 010$ | $= 59\ 27$ | $001 : 110$ | $= 67\ 47$ |
| $1\bar{1}0 : 130$ | $= 30\ \ 2$ | $001 : 1\bar{1}0$ | $= 67\ 46$ |
| $010 : 130$ | $= 29\ 28$ | $001 : 130$ | $= 77\ 30$ |
| $001 : \bar{2}01$ | $= 80\ 16$ | $010 : \bar{2}01$ | $= 90\ \ 0$ |

$$\bar{2}01 : \bar{1}10 = 45^0 38'$$

Considerata la grande importanza delle associazioni regolari di biotite e sanidino rinvenute numerose in questo geminato, ho profittato della nettezza e dello splendore dei cristallini di biotite per misurare qualche angolo.

Nei due cristalli impiantati su (010) ho avuto:

| | | |
|---|---|---|
| $001 : 010$ | $89^0 59'$; | $90^0\ 1'$ |
| $001 : 11\bar{1}$ | $81\ 22$ ; | $81\ 20$ |
| $010 : 11\bar{1}$ | $60\ 21$ ; | $60\ 24$ |

Nei due cristalli invece posti su ($\bar{2}01$) ho misurato gli angoli:

| | | |
|---|---|---|
| $001 : 010$ | $90^0\ 0'$; | $90^0\ 1'$ |
| $001 : 111$ | $73\ \ 4$ ; | $73\ \ 3$ |
| $001 : 11\bar{1}$ | $81\ 20$ ; | $81\ 21$ |
| $11\bar{1} : 111$ | $25\ 28$ ; | $25\ 30$ |
| $010 : 11\bar{1}$ | $60\ 18$ ; | $60\ 21$ |
| $11\bar{1} : 1\bar{1}\bar{1}$ | $59\ 21$ ; | $59\ 20$ |
| $010 : 111$ | $61\ 25$ ; | $61\ 23$ |
| $111 : 1\bar{1}1$ | $57\ 12$ ; | $57\ 10$ |

Come si vede questi valori sono abbastanza concordanti e vicinissimi agli angoli misurati nella mica del Vesuvio da Kokscharow e Marignac. Ecco infatti alcuni dei valori dati da quest' insigni mineralisti per la mica del Vesuvio:

| | | |
|---|---|---|
| $001 : 111$ | $= 73^0\ 6'30''$ | Kok. |
| | $= 72\ 55$ | Marig. |
| $001 : 11\bar{1}$ | $= 81\ 24$ | » |
| $11\bar{1} : 111$ | $= 25\ 31$ | Kok. |
| | $= 25\ 43$ | Mar. |

| | | |
|---|---|---|
| 010 : $11\bar{1}$ | = 60°20′ | Kok. |
| | = 60 23 | » |
| $11\bar{1}$ : $1\bar{1}\bar{1}$ | = 59 16 | » |
| | = 59 20 | Mar. |
| 010 : 111 | = 61 27 | » |
| 111 : $1\bar{1}1$ | = 57 10 | Kok. |

N. 20. È il più tabulare secondo $g^1$ che io abbia incontrato. Le dimensioni di ciascuno dei due individui sono: mm. 27 × 15 × 2,5.

I due individui presentano una combinazione diversa: uno rara IV, l'altro la V. Il primo non presenta quasi affatto inclusioni di biotite,

Anche nel colore questi due individui sono un po' diversi. Il secondo ha colore grigio-roseo, l'altro invece ha quel colore particolare alla carta sporca d'olio, e che è raro in questo sanidino.

Le facce del primo individuo sono molto regolari, quelle dell'altro sono invece irregolari e puntinate.

| Angoli | I Individuo | II Individuo |
|---|---|---|
| 110 : $1\bar{1}0$ | 61° 0′ | — |
| 110 : 010 | 59 26 | 59 27 |
| 110 : 130 | 30 1 | 29 57 |
| $1\bar{1}0$ : $1\bar{3}0$ | 30 0 | — |
| 010 : 130 | 29 29 | 29 27 |
| 001 : $\bar{2}01$ | 80 16 | 80 16 |
| 001 : 021 | — | 44 48 |
| 010 : 021 | — | 45 8 |
| 001 : 010 | 90 0 | 89 59 |
| 001 : 110 | 67 49 | 67 47 |
| 001 : $1\bar{1}0$ | 67 45 | — |
| 001 : $\bar{1}11$ | 55 14 | 55 10 |
| 001 : 130 | 77 33 | 77 35 |
| 001 : $1\bar{3}0$ | 77 36 | 77 34 |
| 010 : $\bar{1}11$ | 63 13 | 63 9 |
| 010 : $\bar{2}01$ | 90 0 | 90 0 |
| 021 : 110 | — | 51 10 |
| 021 : $\bar{1}10$ | — | 84 49 |
| $\bar{1}11$ : 110 | 85 10 | 85 6 |

| Angoli | I Individuo | II Individuo |
|---|---|---|
| $\bar{2}01 : \bar{1}10$ | 45°33′ | 45°37′ |
| $\bar{2}01 : 021$ | — | 83 9 |
| $\bar{2}01 : \bar{1}11$ | 39 21 | 39 23 |
| 021 : 130 | — | 39 53 |
| $\bar{1}11 : 130$ | 77 41 | 77 49 |
| $130 : 1\bar{3}0$ | 58 45 | — |
| $\bar{1}11 : \bar{1}\bar{1}1$ | 58 32 | 58 31 |

N. 21. È notevole per lo sviluppo regolare e completo di tutte le facce, che sono piane e lisce come in pochissimi esemplari si sono rinvenute, e per avere le facce di $b^{1/2}$ molto sviluppate. Non ha grandi dimensioni, misurando soltanto mm 27 × 21.

La combinazione presentata da ambedue gli individui è la V: $g^1\, g^2\, m\, p\, a^{1/2}\, e^{1/2}\, b^{1/2}$, cioè, in simboli Miller, {010} {130} {110} {001} {$\bar{2}$01} {021} {$\bar{1}$11}.

La forma più sviluppata, dopo $g^1$, è $p$, seguita da $a^{1/2}$: vengono quindi $g^2\, m$, poi $b^{1/2}$ ed in ultimo $e^{1/2}$, con le facce piccolissime ma molto nette.

La biotite è molto scarsa: su $g^2$ e $m$ di uno dei due individui si osservano grosse macchie di limonite.

Su $g^1$ di uno dei due individui sono impiantati due cristalli; uno di sanidino e l'altro di biotite.

Il cristallo di biotite ha il solito habitus esagonale allungato, e risulta dalla combinazione {001} {11$\bar{1}$} {010}. Ha vivo splendore metallico ed è sottilissimo. È impossibile dire se è geminato e secondo quale legge. Ha lo spigolo [001 : 010] parallelo allo spigolo [001 : $\bar{2}$01] del sanidino. Questo modo di accrescimento regolare è abbastanza comune nel giacimento, e l'ho incontrato diverse volte.

Il cristallo di sanidino è un geminato secondo la legge di Karlsbad molto tozzo ed in parte rotto. Le dimensioni sue probabili sono: mm. 2 × 3. È isorientato col cristallo grande.

Sulla (010) dell'altro individuo del geminato principale è invece penetrato in parte, irregolarmente, un altro geminato di sanidino, che ha i due individui presentanti la rara combinazione IV, con le facce della protoemipiramide posteriore $b^{1/2}$ piuttosto ben sviluppate. Mica si vede soltanto su (010) di un individuo; tutte le altre facce sono invece ricoperte in parte da

straterelli molto sottili di limonite. I due individui hanno colore diverso; uno è violaceo, l'altro è grigio-giallastro. Quest' ultimo ha le facce di $g^2$ e $m$ assai più larghe che nell'altro.

In questo geminato intruso si ha sulla (010) dell' individuo violaceo un altro esempio di accrescimento regolare di mica su sanidino, secondo la legge più comune.

| Angoli | I Individuo | II Individuo |
|---|---|---|
| $110 : 1\bar{1}0$ | 61° 0′ | 61° 3′ |
| $110 : 010$ | 59 28 | 59 30 |
| $110 : 130$ | 30 0 | 29 58 |
| $1\bar{1}0 : 1\bar{3}0$ | 30 3 | 30 0 |
| $010 : 130$ | 29 26 | 29 23 |
| $001 : \bar{2}01$ | 80 14 | 80 18 |
| $001 : 021$ | 44 48 | 44 52 |
| $010 \cdot 021$ | 45 8 | 45 13 |
| $001 : 010$ | 89 58 | 90 0 |
| $001 : 110$ | 67 47 | 67 47 |
| $001 : 1\bar{1}0$ | 67 48 | 67 49 |
| $001 : \bar{1}11$ | 55 14 | 55 11 |
| $001 : 130$ | 77 34 | 77 32 |
| $001 : 1\bar{3}0$ | 77 35 | 77 33 |
| $010 : \bar{1}11$ | 63 12 | 63 10 |
| $010 : \bar{2}01$ | 89 59 | 89 58 |
| $021 : 110$ | 51 12 | 51 10 |
| $021 : \bar{1}10$ | 84 48 | 84 42 |
| $\bar{1}11 : 110$ | 85 0 | 85 2 |
| $\bar{2}01 : \bar{1}10$ | 45 35 | 45 38 |
| $\bar{2}01 : 021$ | 83 10 | 83 9 |
| $\bar{2}01 : \bar{1}11$ | 39 28 | 39 24 |
| $021 : 130$ | 39 50 | 39 53 |
| $\bar{1}11 : 130$ | 77 43 | 77 46 |
| $\bar{1}11 : \bar{1}\bar{1}1$ | 53 38 | 53 30 |
| $130 : 1\bar{3}0$ | 58 54 | 58 57 |

N. 22. Dimensioni: mm. 33 × 20. I due individui presentano combinazioni diverse: uno la IV, l'altro la V. Le facce dei due individui sono piuttosto piane e regolari, ma ricoperte in buona parte da straterelli di limonite e di una sostanza dura, compatta, di colore giallastro chiaro. Su alcune delle facce si rinven-

gono anche incrostati dei piccoli pezzi di una scoria nera. Lo sviluppo delle varie forme è il solito: $b^{1/2}$ e $e^{1/2}$ hanno facce piccolissime; quelle della prima un po' curve. È notevole il fatto che in questo geminato mancano completamente le solite lamelle di biotite.

| Angoli | I Individuo | II Individuo |
|---|---|---|
| $110 : 1\bar{1}0$ | 60°59′ | 60°58′ |
| $110 : 010$ | 59 31 | 59 26 |
| $110 : 130$ | 29 59 | 30 1 |
| $1\bar{1}0 : 1\bar{3}0$ | 30 0 | 29 58 |
| $010 : 130$ | 29 26 | 29 28 |
| $001 : \bar{2}01$ | 80 15 | 80 14 |
| $001 : 021$ | — | 44 52 |
| $010 : 021$ | — | 45 12 |
| $001 : 010$ | 90 0 | 90 0 |
| $001 : 110$ | 67 48 | 67 45 |
| $001 : 1\bar{1}0$ | 67 46 | 67 43 |
| $001 : \bar{1}11$ | 55 8 | 55 15 |
| $001 : 130$ | 77 36 | 77 34 |
| $001 : 1\bar{3}0$ | 77 33 | 77 33 |
| $010 : \bar{1}11$ | 63 11 | 63 13 |
| $010 : \bar{2}01$ | 89 57 | 90 1 |
| $021 : 110$ | — | 51 14 |
| $021 : \bar{1}10$ | — | 84 46 |
| $\bar{1}11 : 110$ | 85 4 | 84 59 |
| $\bar{2}01 : \bar{1}10$ | 45 35 | 45 38 |
| $\bar{2}01 : 021$ | — | 83 7 |
| $\bar{2}01 : \bar{1}11$ | 39 26 | 39 24 |
| $021 : 130$ | — | 39 50 |
| $\bar{1}11 : 130$ | 77 44 | 77 42 |
| $\bar{1}11 : \bar{1}\bar{1}1$ | 53 36 | 53 32 |
| $130 : 1\bar{3}0$ | 58 56 | 58 59 |

N. 23. Le dimensioni del complesso sono: mm. 42 × 35. Tutti e due gli individui del geminato presentano la combinazione V: $g^1\ g^2\ m\ p\ a\ e^{1/2}\ b^{1/2}$, o, in simboli di Miller, {010} {130} {110} {001} {$\bar{2}01$} {021} {$\bar{1}11$}.

La protoemipiramide posteriore $b^{1/2}$ ha faccette piccolissime, quasi completamente invisibili ad occhio nudo.

Le solite lamelle di biotite mancano quasi completamente; più abbondante è invece la limonite, specie su uno dei due individui. La poca biotite presente, anzichè in lamelle, si trova in granuli piccoli ed informi. Se ne vedono pochi su $g^1$, assai più su $p$; $e^{1|2}$, $a^{1|2}$ ne sono completamente esenti.

Le facce di $g^2$, $m$ dei due individui presentano numerose gobbe e protuberanze e le solite numerose cavità piene di sanidino alterato.

Ambedue i cristalli hanno struttura lamellare: sono poco alterati ed hanno splendore vitreo pronunciatissimo. A questo si deve se non ostante le irregolarità della superficie delle facce si poterono avere buone misure.

Anche questo cristallo dà esempio di associazioni regolari di sanidino e biotite. Sulla faccia (010) di uno dei due individui, precisamente di quello più povero di limonite, si trovano tre piccoli cristalli di biotite, delle dimensioni medie di mm. $3 \times 2$, disposti parallelamente tra loro. Sulla faccia (001) di $p$ vi è una sutura di geminazione evidentissima, che permette di affermare che tutti e tre i cristalli sono geminati secondo la legge: piano di geminazione una faccia di $\{11\bar{1}\}$. Tutti e tre questi cristalli hanno lo spigolo $[001 : 11\bar{1}]$ parallelo allo spigolo $[010 : 001]$ del sanidino. Questi cristalli presentano tre combinazioni diverse, e cioè: $\{001\}$ $\{010\}$ $\{11\bar{1}\}$; $\{001\}$ $\{010\}$ $\{11\bar{1}\}$ $\{111\}$; $\{001\}$ $\{010\}$ $\{111\}$ $\{11\bar{1}\}$ $\{023\}$. Quest'ultima combinazione, rinvenuta questa sola volta, è frequente al Vesuvio, ed è stata figurata dal Des Cloizeaux nella fig. 153 Pl. XXVI dell'*Atlas* del suo *Manuel de Minéralogie*. In questo cristallo le facce di $e^{3|2}$ $\{023\}$ sono piccolissime, al contrario del cristallo figurato dal Des Cloizeaux, non solo, ma l'intero cristallo è tabulare secondo $\{001\}$.

| Angoli | I Individuo | II Individuo |
|---|---|---|
| $110 : 1\bar{1}0$ | 60°59′ | — |
| 110 : 010 | 59 30 | — |
| 110 : 130 | 30 2 | — |
| 010 : 130 | 29 31 | 29°29′ |
| $001 : \bar{2}01$ | 80 15 | 80 13 |
| 001 . 021 | 44 52 | 44 54 |
| 010 : 021 | 45 13 | 45 7 |
| 001 : 010 | 80 58 | 89 57 |

| Angoli | I Individuo | II Individuo |
|---|---|---|
| 001 : 110 | 67 46 | — |
| 001 : $1\bar{1}0$ | 67 45 | — |
| 001 : $\bar{1}11$ | 55 15 | 55 11 1/2 |
| 001 : 130 | 77 35 | 77 30 |
| 001 : $1\bar{3}0$ | 77 33 | — |
| 010 : $\bar{1}11$ | 63 14 | 63 14 |
| 010 : $\bar{2}01$ | 90 0 | 90 1 |
| 021 : 110 | 51 13 | 51 12 |
| 021 : $\bar{1}10$ | 84 45 | — |
| $\bar{1}11$ : 110 | 85 4 | 85 2 |
| $\bar{2}01$ : $\bar{1}10$ | 45 37 | — |
| $\bar{2}01$ : 021 | 83 10 | 83 6 1/2 |
| $\bar{2}01$ : $\bar{1}11$ | 39 26 | 39 20 |
| 021 : 130 | 39 56 | 39 54 |
| $\bar{1}11$ : 130 | 77 41 | 77 45 |
| $\bar{1}\bar{1}1$ : $1\bar{3}0$ | 77 43 | 77 44 |
| $\bar{1}11$ : $\bar{1}\bar{1}1$ | 53 38 | 53 33 |
| 130 : $1\bar{3}0$ | 58 54 | 58 52 |

Anche nei tre cristalli di biotite sono stati misurati degli angoli.

Ecco i valori migliori:

| | | | |
|---|---|---|---|
| [1] 001 : 023 | 65°30′ | — | — |
| 001 : 010 | 90 0 | 89°59′ | 89°59′ |
| 001 : 111 | 73 2 | 73 5 | 73 4 |
| 001 : $11\bar{1}$ | 81 21 | 81 23 | 81 19 |
| $11\bar{1}$ : 111 | 25 33 | 25 35 | 25 31 |
| 010 : $11\bar{1}$ | 60 20 | 60 19 | 60 21 |
| $11\bar{1}$ : $1\bar{1}\bar{1}$ | 59 20 | 59 20 1/2 | 59 21 |
| 010 : 111 | 61 24 | 61 25 | 61 24 |
| 111 : $1\bar{1}1$ | 57 8 | 57 10 | 57 12 |

N. 24. È l'unico geminato d'intrusione rinvenuto. Mancano completamente gli angoli rientranti. Si scopre trattarsi di un geminato per il rilievo appena sensibile che si vede sulla faccia (010), rilievo formato dagli spigoli di $g^1$ dell'altro individuo.

---

[1] Marignac in cristalli del Vesuvio misurò 65°32′; Phillips 65°30′.

Le dimensioni del cristallo risultante sono mm. 42 × 27.

L'individuo visibile presenta la combinazione III : $g^1\ g^2\ m\ p\ a^{1/2}\ e^{1/2}$, o {010} {130} {110} {001} {$\bar{2}01$} {021}.

Le lamelle di biotite sono molto scarse su tutte le facce, tranne su quelle di $e^{1/2}$, che ne sono piene.

Le facce sono regolarmente conformate, all'infuori delle solite, piccole cavità, piene di sanidino alterato.

Notevole è lo sviluppo delle varie forme, che dà al cristallo un habitus particolare, che non ha riscontro in nessuno dei numerosi cristalli studiati. La forma dominante, dopo $g^1$, è $a^{1/2}$, poi $g^2$, $e^{1/2}$, $m$ ed in ultimo, pochissimo sviluppato, $p$. Un cristallo simile a questo deve essere quello che ha visto il Brocchi, e che dice essere terminato da spigoli acuti. Le facce riflettono bene, danno al goniometro però, a causa delle numerose cavità, delle immagini diffuse che rendono incerta la lettura. I valori che seguono sono la media risultante da varie osservazioni fatte con metodi diversi. I valori di alcuni angoli allontanano alquanto dai soliti.

| | |
|---|---|
| $110 : 1\bar{1}0 = 60^0 58'$ | $001 : 0\bar{2}1 = 44^0 48'$ |
| $\bar{1}10 : \bar{1}\bar{1}0 = 60\ 58$ | $010 : 021 = 45\ \ 8$ |
| $110 : 010 = 59\ 29$ | $0\bar{1}0 : 0\bar{2}1 = 45\ \ 9$ |
| $1\bar{1}0 : 0\bar{1}0 = 59\ 27^{1/2}$ | $010 : 001 = 90\ \ 0$ |
| $110 : 130 = 29\ 59$ | $001 : 110 = 67\ 49$ |
| $1\bar{1}0 : 1\bar{3}0 = 30\ \ 0$ | $001 : 1\bar{1}0 = 67\ 49$ |
| $\bar{1}10 : \bar{1}30 = 30\ \ 2$ | $001 : 130 = 77\ 38$ |
| $010 : 130 = 29\ 29$ | $001 : 1\bar{3}0 = 77\ 35$ |
| $0\bar{1}0 : 1\bar{3}0 = 29\ 28$ | $010 : \bar{2}01 = 90\ \ 1$ |
| $001 : \bar{2}01 = 80\ 19$ | $\bar{2}01 : \bar{1}10 = 45\ 30$ |
| $00\bar{1} : \bar{2}0\bar{1} = 80\ 18$ | $\bar{2}01 : 021 = 83\ 16$ |
| $001 : 021 = 44\ 53$ | $021 : 130 = 39\ 53$ |

$130 : 1\bar{3}0 = 58^0 52'$

N. 25. Le dimensioni del complesso sono mm. 45 × 30. Ciascun individuo presenta la combinazione V. La mica è pochissima.

È uno dei cristalli con le facce più regolarmente conformate di tutti gli studiati. Mancano completamente le cavità piene di sanidino alterato che sono così comuni negli altri cristalli.

Lo sviluppo delle forme è il solito; però $e^{1/2}$ e $b^{1/2}$ hanno facce ben sviluppate e lucenti.

Il colore dei due cristalli è grigio: lo splendore è vitreo.

Ma ciò che rende notevole questo geminato è la combinazione oscillante delle facce, che si mostra sviluppatissima e regolare sulla faccia $(\bar{2}01)$ di uno dei due individui. Questa faccia forma una vera gradinata di tre gradini di uguale grandezza e regolarissimi.

I tre gradini sono rigorosamente paralleli tra loro ed alla faccia $(\bar{2}01)$ completa. Riflettono tutti e tre insieme e benissimo la luce: la loro superficie è di una regolarità che ben difficilmente si rinviene nei cristalli naturali. Sono privi assolutamente della minima inclusione di biotite o macchia di limonite.

Sulla $(20\bar{1})$ di $a^{1/2}$ dell'altro individuo si osserva lo stesso fenomeno, ma qui vi è un solo gradino, formato da una completa interruzione della cristallizzazione. Sul culmine dello spigolo del gradino proseguono le facce di $b^{1/2}$.

Le facce di $m$ e $g^2$ di ambedue gli individui sono in gran parte rotte, e per questa ragione e per la formazione a gradinata delle facce di $a^{1/2}$ non si misurarono angoli.

### Trigeminati secondo la legge di Karlsbad.

N. 26. Le facce sono in generale piane e lisce, ma presentano qua e là alcuni angoli salienti e rientranti, spesso invisibili ad occhio nudo, che accennano alla geminazione multipla che formò ciascun cristallo. Questo fenomeno si osserva in quasi tutti i tri- e tetrageminati.

Le dimensioni del complesso sono: mm, $40 \times 29 \times 12$.

Tutti e tre gli individui presentano la combinazione V, che è la più comune nei trigeminati.

Le lamelle di biotite sono piuttoso scarse; le facce di $a^{1/2}$ di tutti e tre gli individui sono assolutamente prive di biotite, caso questo unico nei trigeminati osservati. Sulle facce del clinopinacoide, dell'ortoprisma e del clinoprisma sono disposte sensibilmente parallelamente allo spigolo [130 : 010].

Lo sviluppo delle forme comuni è uguale nei tre individui: dominante è $g^1$, vengono poi $g^2$, $p$, $a^{1/2}$, $m$. Questo habitus è molto raro nel sanidino di questo giacimento. Le facce di $e^{1/2}$, $b^{1/2}$

sono sviluppate differentemente nei vari individui. Mentre in due $e^{1/2}$ ha faccette piccolissime, nell'altro è fortemente sviluppata, tanto da avere la stessa grandezza di $a^{1/2}$. Altrettanto avviene per $b^{1/2}$.

I tre cristalli hanno splendore vitreo forte e colore latteo.

Rari sono i cristallini di mica impiantati: l'orientazione avviene secondo la legge più comune, altre volte descritta.

| Angoli | I Individuo | II Individuo | III Individuo |
|---|---|---|---|
| $110 : 1\bar{1}0$ | $60^0 59\frac{1}{2}'$ | $61^0\ 2'$ | $60^0 57'$ |
| $110 : 010$ | 59 30 | 59 27 | 59 29 |
| $110 : 130$ | 30 3 | 30 0 | 30 1 |
| $1\bar{1}0 : 1\bar{3}0$ | 29 59 | 30 0 | 30 0 |
| $010 : 130$ | 29 28 | 29 $28\frac{1}{2}$ | 29 30 |
| $001 : \bar{2}01$ | 80 15 | 80 18 | 80 16 |
| $001 : 021$ | 44 51 | 44 53 | 44 51 |
| $010 : 021$ | 45 12 | 45 8 | 45 10 |
| $001 : 010$ | 90 0 | 89 58 | 90 0 |
| $001 : 110$ | 67 47 | 67 44 | 67 46 |
| $001 : 1\bar{1}0$ | 67 45 | 67 $45\frac{1}{2}$ | 67 45 |
| $001 : \bar{1}11$ | — | — | 55 9 |
| $001 : 130$ | 77 35 | 77 37 | 77 34 |
| $001 : 1\bar{3}0$ | 77 36 | 77 39 | — |
| $010 : \bar{1}11$ | — | 63 14 | 63 12 |
| $010 : \bar{2}01$ | 90 1 | 89 59 | 89 $57\frac{1}{2}$ |
| $021 : 110$ | 51 14 | 51 12 | 51 10 |
| $021 : \bar{1}10$ | 84 50 | 84 51 | 84 50 |
| $110 : \bar{2}01$ | 45 34 | 45 36 | 45 39 |
| $021 : \bar{2}01$ | 83 10 | 83 8 | 83 $11\frac{1}{2}$ |
| $\bar{1}11 : \bar{2}01$ | 39 27 | 39 25 | 39 26 |
| $021 : 130$ | 39 56 | 39 50 | 39 48 |
| $\bar{1}11 : \bar{1}\bar{1}1$ | 53 34 | 53 37 | 53 32 |
| $130 : 1\bar{3}0$ | 58 54 | 58 56 | 58 59 |

Le inclusioni di biotite sono un notevole carattere di diversità, essendo distribuite in modo molto diverso sui tre individui. Diverso pure è lo stato fisico delle facce. Tutte le diversità sono riunite nella seguente tabella:

| Facce delle Forme | I. Cristallo | II. Cristallo | III. Cristallo |
|---|---|---|---|
| $g^1$ | Numerose macchie di limonite, numerose cavità riempite d'una materia bianca, friabile, forse sanidino alterato. | Non se ne vede che un piccolo tratto, che non presenta nulla di notevole | Colore molto più chiaro, scarse e piccolissime le macchie di limonite, numerosi i cristallini di mica impiantati. |
| $g^2, m$ | Piane, liscie, senza biotite. | Bucherellate, ricche di inclusioni di biotite. | Numerosi i cristallini di mica impiantati e le macchie di limonite. |
| $p$ | Assai ricche di inclusioni, bucherellate e curve verso il centro: colore violaceo-chiaro, manca del tutto la limonite. | Colore grigio, prive di buche e piane, numerosa limonite. | Colore bianco leggermente tendente al grigio, numerose protuberanze, poca limonite. |
| $a^{1/2}$ | Cosparse di numerose cavità, molto ricca di l'monite. | Superficie molto sconvolta e tagliuzzata, quasi esente da limonite. | Colore grigio cupo, molte protuberanze e limonite. |
| $e^{1/2}$ | Molto piane, prive di inclusioni: largh. mm. 2,5. | Assai più sottili e con inclusioni. | Bucherellate, cosparse di limonite: largh. mm. 1,5. |

N. 27. Dimensioni mm. 38 $\times$ 30. Tutti gl'individui presentano la stessa combinazione V: $g^1$ $g^2$ $m$ $p$ $a^{1/2}$ $e^{1/2}$ $b^{1/2}$, o $\{010\}$ $\{130\}$ $\{110\}$ $\{\bar{2}01\}$ $\{001\}$ $\{021\}$ $\{\bar{1}11\}$. Tutti sono ricchi di inclusioni sottilmente lamellari di biotite, disposte verticalmente sulle facce di $g^1$, $m$, $g^2$. Sono poi tutti completamente e perfettamente sviluppati. Però presentano notevoli differenze.

Crist. N. 1. Ha le facce molto irregolarmente conformate. È assai ricco di inclusioni di biotite grossolanamente lamellari, che si rinvengono però quasi soltanto su $g^1$, $g^2$, $m$. Sulle facce di queste tre forme sono pure frequenti dei cristallini, quasi invisibili ad occhio nudo, di biotite. Le facce di $a^{1/2}$ hanno una

struttura zonata, a zone alternate di colore violaceo e grigio. Abbastanza sviluppato è $e^{1/2}$, le cui facce hanno il colore della carta sporca d'olio. Molto piccole sono le facce di $b^{1/2}$.

Crist. N. 2. È molto più povero di inclusioni di biotite del precedente. Si rinvengono principalmente sulle facce di $m$. Le facce di $e^{1/2}$ sono piccolissime; quelle di $b^{1/2}$ sono invece molto più grandi che negli altri due individui. La superficie delle varie facce è più regolare.

Crist. N. 3. Non presenta quasi affatto le lamelle di biotite incluse, ed ha colore bianco latteo molto puro. Le facce sono cariate, distorte: la loro superficie è irregolarissima. Sviluppatissime, molto più che negli altri due, sono le facce di $g^2$. Quasi invisibili ad occhio sono le faccette di $b^{1/2}$.

Tutti e tre questi cristalli presentano sulle facce numerosi angoli rientranti, suture e conformazione molto irregolare.

Al goniometro danno immagini sbiadite e diffuse. Le medie però delle misure non si scostano dai valori ottenuti negli altri cristalli.

| Angoli | I Individuo | II Individuo | III Individuo |
|---|---|---|---|
| $110:1\bar{1}0$ | $60^0 57^1/_2{}'$ | $60^0 59'$ | $61^0\ 0'$ |
| $110:010$ | 59 30 | 59 $27^1/_4$ | 59 33 |
| $110:130$ | 30 0 | — | 29 56 |
| $1\bar{1}0:1\bar{3}0$ | 29 59 | 30 6 | 29 58 |
| $010:130$ | 29 27 | 29 28 | 29 28 |
| $001:\bar{2}01$ | 80 16 | 80 18 | 80 15 |
| $010:021$ | 45 10 | 45 6 | 45 10 |
| $001:021$ | 44 48 | 44 49 | 44 45 |
| $001:010$ | 89 58 | 90 0 | 90 3 |
| $001:110$ | 67 48 | 67 47 | 67 44 |
| $001:1\bar{1}0$ | 67 42 | 67 46 | 67 45 |
| $001:\bar{1}11$ | 55 3 | — | 55 8 |
| $001:130$ | — | — | 77 $29^1/_2$ |
| $001:1\bar{3}0$ | 77 28 | 77 25 | 77 27 |
| $010:\bar{1}11$ | 63 14 | 63 12 | 63 16 |
| $010:\bar{2}01$ | 90 0 | 90 1 | 90 0 |
| $021:110$ | 51 4 | 51 9 | 51 9 |
| $021:\bar{1}10$ | 84 50 | — | 84 48 |
| $\bar{1}11:110$ | 85 4 | 85 6 | 85 2 |

| Angoli | I Individuo | II Individuo | III Individuo |
|---|---|---|---|
| $\bar{2}01 : \bar{1}10$ | — | 45 35 | 45 37 |
| $\bar{2}01 : 021$ | 83 10 | 83 8 | 83 6 |
| $\bar{1}11 : \bar{2}01$ | 89 15 | — | — |
| 021 : 130 | 39 54 | 39 41 | 39 51 |
| $\bar{1}11 : 130$ | 77 43 | 77 45 | 77 40 |
| $\bar{1}11 : \bar{1}\bar{1}1$ | 53 38 | 53 35 | 53 33 |
| $130 : 1\bar{3}0$ | 58 53 | 58 55 | 58 52 |

N. 28. Le dimensioni del complesso sono: mm. 32 × 27. Tutti e tre gli individui presentano la combinazione V:
$g^1\, g^2\, m\, p\, a^{1/2}\, e^{1/2}\, b^{1/2}$, o {010} {130} {110} {001} {$\bar{2}$01} {021} {$\bar{1}$11}.

Lo sviluppo delle facce è notevolmente diverso nei tre individui. Così pure le inclusioni lamellari di biotite li fanno distinguere facilmente. Le macchie di limonite sono pochissime e di dimensioni assai piccole.

Le facce in generale sono piuttosto regolari: lo stato fisico della stessa forma varia però nei tre individui.

Nella seguente tabella sono riunite tutte le diversità che presentano le varie forme.

| Faccie delle Forme | I Cristallo | II. Cristallo | III Cristallo |
|---|---|---|---|
| $g^1$ | Inclusioni di mica sensibilmente rettangolari, poste parallelamente allo spigolo [010: 130]. Le solite cavità sono numerose. | Poche inclusioni di mica: le piccole cavità si vedono soltanto con la lente. | Poco mica: abbondanti invece le macchie di limonite. Forte striatura. |
| $g^2$, $m$ | Poco sviluppate: colore grigio-violaceo; numerosa la mica. | Più sviluppate che nel precedente; colore grigio chiaro. | Colore bianco latteo prive assolutamente di lamelle di mica. |
| $a^{1/2}$ | Bucherellate; superficie irregolare, colore grigio. | Colore bianco leggermente grigiastro: pianissime. | Fortemente striate e bucherellate. |
| $e^{1/2}$ | Molte sviluppate e ricche di lamelle di biotite. | Assai poco estese. | Appena accennate. |
| $b^{1/2}$ | Poco sviluppate, ma nette e lucenti. | Visibili soltanto con la lente. | Assai sviluppate: cosparse delle solite cavità piene di sanidino alterato. |

Al goniometro si hanno immagini abbastanza buone.

| Angoli | I Individuo | II Individuo | III Individuo |
|---|---|---|---|
| $110 : 1\bar{1}0$ | 61° 0′ | 60°58′ | 61° 4′ |
| $110 : 010$ | 59 28 | 59 24 | 59 27 |
| $110 : 130$ | 30 4 | 30 2 | 29 57 |
| $1\bar{1}0 : 1\bar{3}0$ | 30 2 | — | 29 58 |
| $010 : 130$ | 29 26 | 29 29½ | 29 28 |
| $001 : \bar{2}01$ | 80 15 | 80 17 | 80 18 |
| $001 : 021$ | 44 52 | 44 54 | 44 52 |
| $010 : 021$ | 45 9 | 45 8 | 45 11 |
| $001 : 010$ | 90 2 | 89 58 | 89 57 |
| $001 : 110$ | 67 47 | 67 48 | 67 44 |
| $001 : 1\bar{1}0$ | — | — | 67 49 |
| $001 : \bar{1}11$ | 55 10 | 55 13 | 55 12 |
| $010 : \bar{1}11$ | 63 9 | 63 14 | 63 11 |
| $010 : \bar{2}01$ | 89 59 | 90 0 | 90 0 |
| $\bar{1}11 : 110$ | 85 0 | 84 58 | 85 4 |
| $021 : \bar{2}01$ | 83 12 | — | — |
| $\bar{2}01 : \bar{1}11$ | 39 21 | — | — |
| $021 : 130$ | 39 51 | 39 50 | 39 48 |
| $\bar{1}11 : 130$ | 77 40 | 77 43 | 77 44 |
| $\bar{1}11 : \bar{1}\bar{1}1$ | 53 29 | 53 31 | 53 36 |
| $130 : 1\bar{3}0$ | 58 51 | — | 58 53 |

## Tetrageminati secondo la legge di Karlsbad.

N. 29. Le dimensioni del complesso sono: mm. 40 × 34.

Tutti gli individui hanno colore latteo ed aspetto simile al semiopale e ricordano il sanidino dello stesso aspetto descritto dal Brocchi e trovato nella lava necrolite di colore o rosso mattone o violetto sudicio di Canepino alle Mole.

Ciascun individuo presenta la combinazione III: $g^1\ g^2\ m\ p\ a^{1/2}\ e^{1/2}$ o {010} {130} {110} {001} {$\bar{2}$01} {021}.

Forma già una notevole differenza tra i quattro individui lo sviluppo delle facce di $e^{1/2}$. Mentre in uno è grande quanto $p$ ed ha mm. 6 di larghezza, in un altro è grande sì e no la metà (mm. 3,5 di largh.), in un terzo è larga appena mm. 2, ed infine

nel quarto individuo è visibile distintamente soltanto con la lente.

Altre differenze si constatano soltanto rispetto a gruppi di due individui considerati insieme. Così due individui hanno pochissime inclusioni lamellari di biotite e colore latteo puro: negli altri due, che hanno colore latteo tendente leggermente al roseo, le lamelle di biotite mancano completamente.

Le facce di tutti i cristalli sono piene delle piccole cavità molte volte descritte e tutt'altro che piane.

I numerosi e piccoli angoli rientranti che si vedono molto distintamente con la lente su tutte le facce svelano la geminazione polisintetica che formò i vari individui.

N. 30. La posizione e le dimensioni degli individui indicano chiaramente che si tratta di due geminati secondo la legge di Karlsbad uniti in geminazione secondo la stessa legge.

I due geminati hanno dimensioni molto diverse: uno misura mm. $35 \times 30$, l'altro soltanto $18 \times 20$.

Tutti e quattro i cristalli presentano la combinazione II: $g^1\, g^2\, m\, p\, a^{1|2}$ o }010{ }130{ }110{ }001{ }$\bar{2}$01{. Lo sviluppo delle facce è uguale in tutti gli individui: domina $g^1$, vengono poi $p$, $a^{1|2}$ e, piuttosto piccole le facce di $g^2$, $m$.

Le facce sono piuttosto piane, tranne quelle di $g^1$ del geminato più grande, le quali sono profondamente striate parallelamente allo spigolo [010 : 130] Su questo geminato sono pure molto numerose le macchie di limonite.

Il colore è grigio violetto carico.

Sulle facce di $g^1$ vi sono numerosi cristallini di augite nera verdastra, di dimensioni piuttosto grandi. Disgraziatamente questi cristallini sono quasi tutti rotti, e non si può vedere con esattezza in che posizione si trovano rispetto alle facce del sanidino. Pare però, a giudicare da qualche cristallo completo, che si possano dividere in due gruppi: al primo appartengono quei cristalli di augite, e sono i più, i quali hanno lo spigolo [010 : 11$\bar{1}$] parallelo allo spigolo [010 : 001] del sanidino. All'altro gruppo appartengono quei cristalli che hanno il suddetto spigolo parallelo allo spigolo [010 : $\bar{2}$01] del sanidino.

Sulla (010) di uno dei cristalli più grandi si trova impiantato anche un cristallo di biotite presentante la comune combinazione }001{ }010{ }11$\bar{1}${. È disposto in modo da avere lo spi-

golo [001 : 11Ī] parallelo allo spigolo [010 : 130] del sanidino. Questa legge di associazione regolare tra biotite e sanidino è molto rara, essendo stata trovata due sole volte.

La penetrazione è molto regolare. Si misurò qualche angolo su uno dei quattro individui e si ebbero valori discordanti tra loro e da quelli misurati sugli altri cristalli. Lo stesso fenomeno si verificò nel tetrageminato precedente. La poligeminazione che ciascun individuo mostra evidente è senza dubbio la causa di queste oscillazioni e discordanze.

## Geminati Superiori.

N. 31. È un gruppo unico, e per quante ricerche abbia fatto mi è stato impossibile trovarne un altro uguale.

A giudicare da misure approssimate, si compone di due individui geminati secondo la legge di Karlsbad uniti in geminazione secondo la legge di Baveno ad un altro geminato di Karlsbad. L'insieme ricorda in parte la fig. 15 p. 157 II dello Tschermak che rappresenta un gruppo di cristalli di labradorite della quarzandesite di Verespatack in cui gl'individui, disposti in modo da avere piano di geminazione (010), sono poi anche geminati secondo le leggi di Karlsbad e di Baveno.

Le facce sono cariate, le inclusioni lamellari di biotite piuttosto abbondanti.

Uno dei due geminati presenta la combinazione III, l'altro la rara combinazione IV.

Qua e là sulle facce vi è un deposito profondo ed abbondante di una materia dura, compatta, di colore marrone chiaro, che è forse qualche scoria.

Dallo stato delle facce è facile vedere che è impossibile eseguire misure abbastanza approssimate da accertare inoppugnabilmente l'esistenza di un geminato superiore così notevole.

Sulla (010) di uno degli individui si trova un cristallo di mica con la solita combinazione {001} {010} {11Ī}. È di colore marrone molto chiaro, dotato di splendore vivissimo. È posto in modo d'avere lo spigolo [001 : 11Ī] parallelo allo spigolo [010 : 130] del sanidino. Questa legge di associazione regolare è stata rinvenuta soltanto in questo cristallo e nel tetrageminato descritto al N. 30.

Nella scoria che si trova su buona parte delle facce si vedono inclusi, con la lente, numerosi cristallini di augite presentanti la solita combinazione {100} {110} {010} {11$\bar{1}$}, o, in simboli di Lévy *h' mg' b*$^{1/2}$.

---

Riassumendo, le associazioni regolari osservate tra diversi minerali sono due: sanidino e biotite, sanidino e augite. Tra sanidino e biotite avvengono secondo le seguenti quattro leggi:

I. Spigolo [001:11$\bar{1}$] della mica parallelo allo spigolo [010:001] del sanidino. È molto comune.

II. Spigolo [010:001] della mica parallelo allo spigolo [001:$\bar{2}$01] del sanidino. Più rara assai della precedente.

III. Spigolo [001 : 11$\bar{1}$] della mica parallelo allo spigolo [010 : 130] del sanidino. Rara: rinvenuta due sole volte.

IV. Spigolo [001 : 11$\bar{1}$] della mica perpendicolare allo spigolo [110 : $\bar{2}$01] del sanidino. Rarissima; osservata una sola volta.

Tra sanidino e augite queste associazioni avvengono secondo le due seguenti leggi:

I. Spigolo [010:11$\bar{1}$] dell'augite parallelo allo spigolo [010:001] del sanidino. È la più comune.

II. Spigolo [010:11$\bar{1}$] dell'augite parallelo allo spigolo [010:$\bar{2}$01] del sanidino.

---

Durante la stampa di questo breve studio ho avuto occasione di osservare parecchi altri cristalli di sanidino del M. Cimino. Con questi, i vari cristalli studiati salgono a circa 230. Di questi 30 sono unici, 194 geminati semplici secondo la legge di Karlsbad, 3 trigeminati, 2 tetrageminati secondo la stessa legge. In molti di questi cristalli nell'interno ho potuto osservare delle grosse macchie gialle, prodotte evidentemente da limonite. Nell'interno hanno poi talvolta un aspetto molto simile all'opale comune, e per il colore e per lo splendore. Ho poi osservato su parecchi altri cristalli dei cristallini di mica in associazione regolare secondo le quattro leggi sopra riassunte. Non ho mai più veduto la {023} in questi cristalli. Le forme presentate della mica associeta al sanidino sono adunque: {001}, {010}, {11$\bar{1}$}, {111}, {023}

Trattandosi di cristalli non ancora studiati completamente da nessuno, ed avendo ottenuto misure abbastanza concordanti, ho creduto di determinare le costanti cristallografiche.

Gli angoli più esatti sono senza dubbio 110 : 010, 110 : 001, $\bar{2}01$ : 001, perchè le facce di queste forme in quasi tutti i cristalli sono abbastanza piane e splendenti.

I valori medi che io ritengo più giusti per questi angoli sono:

$$110 : 010 = 59°28'$$
$$110 : 001 = 67\ 47$$
$$\bar{2}01 : 001 = 80\ 17$$

Da questi angoli si calcola il rapporto assiale:

$$a : b : c = 0{,}65646 : 1 : 0{,}55365$$
$$\beta = 63°57'40''.$$

Il valore di $\beta$ è assai prossimo ai corrispondenti calcolati da G. Strüever per il sanidino del Lazio, da P. Franco per il sanidino del Vesuvio e dal Kokscharow per il sanidino in generale. Si scosta invece molto dal valore di $\beta$ assegnato dallo Strüever al sanidino del Vesuvio, e cioè 64°7',5 ed anche da quello che lo stesso Strüever ha calcolato per il sanidino del lago di Laach (63°54'). È degno di nota poi che il Kokscharow ha determinato per l'ortoclasio $\beta = 63°56'46''$, mentre per il sanidino del M. Cimino ho trovato $\beta = 63°57'40''$.

Tra i vari rapporti assiali calcolati per il sanidino di varie località quelli che più si avvicinano al rapporto assiale che compete al sanidino del M. Cimino sono quelli calcolati dallo Strüever per il sanidino del Lazio:

$$a : b : c = 0{,}6562 : 1 : 0{,}5522;$$
$$\beta = 63°57'$$

e da P. Franco per il sanidino del Vesuvio:

$$a : b : c = 0{,}65509 : 1 : 0{,}55162;$$
$$\beta = 63°56'.$$

È però notevolmente lontano da ambedue. Si scosta poi moltissimo dagli altri rapporti assiali, come p. es., da quello

che è stato calcolato dal Kokscharow per il sanidino in generale, e cioè:

$$a : b : c = 0{,}65277 : 1 : 0{,}55191 ;$$
$$\beta = 63°58'13''.$$

Il rapporto assiale del sanidino del Monte Cimino conferma quanto era stato già osservato, che, cioè, mentre variano molto da località a località e spesso anche da cristallo a cristallo per una stessa località l'angolo $\beta$ e l'asse $a$, l'asse $c$ è invece quasi costante. Se si paragonano infatti tra loro i vari rapporti assiali che si conoscono per il sanidino si vede che $\beta$ varia tra un valore minimo di 63°54' (G. Rose per la Riacolite del Vesuvio e G. Strüever per il sanidino del lago Laach) ed un massimo di 64°7'30'' (Strüever-Vesuvio). L'asse $a$ varia tra un minimo di 0,64925 (Strüever-Laach) e un massimo di 0,65646 (Zambonini-M. Cimino). Invece l'asse $c$ ha valori oscillanti tra limiti più ristretti: 0,55162 (Franco-Vesuvio) e 0,55365 (Zambonini-M. Cimino). Mentre poi l'asse $a$ varia in modo affatto arbitrario i vari valori di $c$ si possono riunire in due classi ben distinte: quelli compresi tra 0,55162 (Franco) e 0,55191 (Kokscharow-Vesuvio) e quelli che variano tra 0,5526 (Strüever-Vesuvio) e 0,55365 Zambonini). Netto valore d'unione tra le due classi è 0,5522 Strüever-Lazio).

Il sanidino del M. Cimino presenta un certo interesse perchè il suo rapporto assiale esce un pochino dai limiti assegnati da altri, per avvicinarsi alquanto all'ortoclasio propriamente detto.

Se si prendono le medie degli angoli misurati l'accordo tra calcolo e osservazione è quasi completo, come mostra la seguente tabella. La somma delle differenze tra esperienza e calcolo, prese tutte positive, è 36', ossia in media una differenza di 1,23''. È questo un soddisfacente risultato, se si pensa che per le altre località si hanno forti divergenze tra esperienze e calcolo.

| Spigoli misurati | Angoli trovati (Media) | Angoli calcolati | Differ. esper. calcolo |
|---|---|---|---|
| $110:1\bar{1}0$ | 61° 1′ | 61° 4′ | — 3′ |
| $110:010$ | 59 28 | 59 28 | — |
| $110:130$ | 30 1 | 30 | 1′ |
| $1\bar{1}0:1\bar{3}0$ | 30 2 | 30 | 2′ |
| $010:130$ | 29 27 | 29 28 | — 1′ |
| $001:\bar{2}01$ | 80 19 | 80 17 | 2′ |
| $001:021$ | 44 50 | 44 51 | — 1′ |
| $010:021$ | 45 10 | 45 9 | 1′ |
| $001:010$ | 90 | 90 | — |
| $001:\bar{1}11$ | 55 12 | 55 12 | — |
| $001:110$ | 67 46 | 67 47 | — 1′ |
| $001:1\bar{1}0$ | 67 46 | 67 47 | — 1′ |
| $001:130$ | 77 34 | 77 32 | 2′ |
| $001:1\bar{3}0$ | 77 33 | 77 32 | 1′ |
| $010:\bar{1}11$ | 63 13 | 63 13 | — |
| $010:\bar{2}01$ | 89 59 | 90 | — 1′ |
| $021:110$ | 51 10 | 51 13 | — 3′ |
| $021:\bar{1}10$ | 84 46 | 84 49 | — 3′ |
| $\bar{1}11:110$ | 85 2 | 85 2 | — |
| $\bar{2}01:\bar{1}10$ | 45 35 | 45 39 | — 4′ |
| $\bar{2}01:021$ | 83 8 | 83 8 | — |
| $\bar{2}01:\bar{1}11$ | 39 23 | 39 22 | 1′ |
| $021:130$ | 39 51 | 39 54 | — 3′ |
| $\bar{1}11:130$ | 77 43 | 77 45 | — 2′ |
| $\bar{1}11:\bar{1}\bar{1}1$ | 53 34 | 53 34 | — |
| $130:1\bar{3}0$ | 58 54 | 58 57 | — 3′ |

I limiti tra i quali variano i valori misurati sono abbastanza piccoli, a differenza di quel che avviene nel sanidino del Vesuvio. Infatti, per il sanidino del Vesuvio, ecco i limiti tra i quali variano gli angoli principali:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $110:1\bar{1}0$ | 60°39 | Rose | — | 61° 6′ | Kokscharow |
| $110:010$ | 59°40½ | » | — | 59°16′ | V. Rath |
| $110:130$ | 30° 7½ | Koksch. | — | 29°57 | Franco |
| $010:130$ | 29°26′ | Franco | — | 29°48 | » |
| $\bar{2}01:\bar{1}10$ | 45°25′ | Rose | — | 45°44′ | Rath. |
| $010:001$ | 89°52′ | Koksch. | — | 90° 1′ | Franco. |

## Peso Specifico.

Il peso specifico fu determinato con una bilancia idrostatica, gentilmente prestata dal sig. prof. Stracciati, dell'Istituto Tecnico.

I valori ottenuti, tranne due, sono compresi nei limiti ammessi dal Des Cloizeaux ([1]), e cioè 2,53 e 2,59. I due valori che esorbitano da questi limiti sono: 2,513 e 2,609. Però ambedue questi valori vengono messi a posto se si accettano i limiti dati dal Mohs ([2]), e cioè 2,5 e 2.6. Del resto esempi di sanidino di peso specifico superiore al limite di 2,59 dato dal Des Cloizeaux, non mancano. Così Gustavo Rose ([3]) per la riacolite (Ryakolith) dà il peso specifico 2,618, e Lewinstein per il sanidino del Drachenfels dà 2,60.

D'altronde si sa che il peso specifico del sanidino è molto variabile, e nel nostro caso hanno notevole influenza e le numerose inclusioni ed il fatto che i cristalli superficialmente sono caolinizzati. Ecco i valori ottenuti:

| | |
|---|---|
| 2,513 | 2,583 |
| 2,565 | 2,587 |
| 2,567 | 2,596 |
| 2,580 | 2,597 |

2,609.

## Analisi.

Quasi tutti gli apparecchi ed i reattivi occorrenti furono gentilmente forniti dal sig. A. Bomboletti, del R. Istituto Tecnico.

I valori seguenti sono la media di due operazioni. Si fuse il minerale una volta con una miscela di carbonato di sodio e di potassio ed un'altra col fluorammonio. Il potassio ed il sodio si dotarono direttamente col cloruro di platino ed indiretta-

---

([1]) Manuel de Minéralogie. Tome I, Paris 1862, p. 336.

([2]) Anfangsgründe der Naturgeschichte des Mineralreiches. Vol. II, 2a Ed. Vienna 1839, p. 284.

([3]) Pogg. Ann. Bd. XV, pag. 193 e Bd. XXVIII, p. 143.

mente dalla quantità di cloro contenuta nei due cloruri. Ecco i risultati:

| | |
|---|---|
| $SiO^2$ | 65.20 |
| $Al^2O^3$ | 18.51 |
| $Fe^2O^3$ | 0.41 |
| $K^2O$ | 11 37 |
| $Na^2O$ | 3.40 |
| CaO | 0 65 |
| MgO | 1.23 |
| $TiO^2$ | 0.12 |
| Somma | 100.89 |

Non deve meravigliare la presenza di una piccola quantità di titanio, perchè nella stessa roccia insieme al sanidino si rinviene della semelina e poi perchè la roccia stessa contiene del titanio, che vi fu infatti trovato da G. vom Rath (¹).

La quantità abbastanza grande di magnesia si spiega con i cristallini di biotite inclusi nella massa del cristallo analizzato, e che non è stato possibile togliere completamente. Altrettanto può dirsi per la piccola quantità d'ossido ferrico rinvenuta.

Le quantità dei componenti essenziali non presentano nulla di notevole. La soda si rinviene in quantità piuttosto piccola, se si considera che Abich nel sanidino dell'Epomeo ne trovò 4,10, G. Bischof in quello della lava di Vico (Ischia) 4,59 e Berthier in quello della trachite di Mont Dore 3,7. Nelle inclusioni di mica è forse da ricercare la causa anche di questo fatto.

Questa composizione si avvicina a quella del sanidino di Vico, tra Lecco e Forio, isola d'Ischia, analizzato da G. Bischof.

*Roma, gabinetto di Mineralogia dell' Istituto Tecnico.*

---

(¹) Op. cit. pag. 580.

## Sull' Epidoto della Comba di Compare Robert (Avigliana) — Nota di Giovanni Boeris.

Quella profonda insenatura che s'apre, fra la Mortera e l'antico convento di San Francesco, nel fianco della Ciabergia prospettante il lago di Avigliana, è detta la comba di Compare Robert. È tutta quanta incisa nelle *pietre verdi*, e vi è in essa una cava di scisto serpentinoso che, per la facilità con cui si divide in lastre sottiii e di una certa ampiezza, è utilizzato come materiale tegolare nei casali dei dintorni.

In dipendenza di questa cava, in cui non si fa una lavorazione regolare e continua, ma solo ad intervalli, e limitatamente ai bisogni di chi va in essa a provvedersi di tegole, ho trovato un piccolo giacimento di minerali che credo fin qui sconosciuto. Infatti non l'ho visto menzionato nei *Tesori sotterranei dell' Italia* del Jervis, nè in nessuno degli autori antichi e moderni che si sono occupati di mineralogia del Piemonte Avendo avuto occasione di visitarlo, ripetutamente, e per più anni di seguito, riuscii a raccogliere una certa quantità di materiale, del cui studio mi sono ora occupato. In questa nota riassumo brevemente i risultati delle mie osservazioni.

L'escavazione dello scisto sopra accennato ha messo allo scoperto un piccolo banco di granato compatto in quello intercluso. Tale banco è, più propriamente, un adunamento di blocchi tondeggianti ed appiattiti, dello spessore massimo di una sessantina di centimetri, avvicinati gli uni agli altri. Questi, per essere proprio nel bel mezzo della cava, a misura che si procede oltre nel lavoro, vengono fatti rotolare giù per la ripida scarpa di rottami sottostante alla cava stessa, e si rinvengono poi, o interi o in frantumi, più in basso. Però, nello scorso autunno, si potevano ancora vedere, su nella cava, parecchi di tali massi nella loro originaria posizione. Sono separati dallo scisto serpentinoso da uno strato di clorite ad essi più aderente e di pochi centimetri di spessore. Qua e là, in questo strato, si rinvengono cristalli, talora assai grossi, di titanite sempre mal

conformati, spesso confusamente cresciuti insieme e, non di rado, contorti e spezzati. Meno abbondantemente sparsa, sempre nel detto strato cloritico, è l'apatite; mai in cristalli distinti. Vi si incontrano altresì cristallini di magnetite che mostrano il solo ottaedro, e cristalli di questo minerale sono pure sparsi, come si può attendere, nello scisto serpentinoso.

Sulle superfici poi secondo le quali si toccano i massi sopra menzionati, si osserva sovente una confusa cristallizzazione di clorite, di titanite, di granato e di epidoto in grandissima prevalenza. Ma, talvolta, queste due ultime specie, si rinvengono ben cristallizzate; ed allora il granato è in nitidissimi cristallini di un bel color rosso e della comune combinazione {110} {211}, i quali tappezzano le pareti di cavità, rare a dir vero, ripiene di calcite spatica bianchissima, e l'epidoto sta sotto a certe incrostazioni più o meno estese ed abbastanza frequenti, della stessa calcite, insieme a diopside.

Dirò subito che questo diopside è sempre in cristallini minutissimi, che non mostrano, quasi mai, facce terminali. Queste, nei pochi casi in cui sono presenti, non sono atte a misure, non tanto per la piccolezza, quanto per la loro grande imperfezione. Potei, per altro, misurare due spigoli dati da facce della zona [001]. Ebbi:

| Angoli | Limiti delle oss. | Media | Calc. (1) | N. |
|---|---|---|---|---|
| (100) : (110) | 46° 7′ — 46°38′ | 46°27′ | 46°25′ | 4 |
| (110) : (010) | 43 17 — 43 48 | 43 37 | 43 35 | 4 |

Constatai inoltre che, sulla {010}, l'asse di minima elasticità ottica fa, a luce media, un angolo di circa 42° collo spigolo [001] e che si ha estinzione parallela a questo spigolo sulla faccia {100}, dalla quale a luce convergente, emerge un asse ottico, fortemente inclinato.

Anche i cristalli di epidoto non raggiungono mai dimensioni molto notevoli. I più grossi trovati misurano tre millimetri nel senso dell'asse $y$, due nel senso dell'asse $x$, e due pure, al massimo, secondo $z$. Nel maggior numero dei casi sono schiacciati secondo {001}. Sono sempre poveri di forme, poichè mostrano,

(1) Dal rapporto parametrico dato da G. vom Rath per l'augite gialla del Vesuvio (« Pogg. Ann. » 1873, Erg-Bd 6, 340).

in gran parte, la semplice combinazione del prisma $\{\bar{1}11\}$ coi pinacoidi $\{100\}$ $\{001\}$, le facce dei quali hanno spesso eguale sviluppo. In altri, alle dette tre forme, si aggiunge qualcuno dei pinacoidi $\{h\ o\ k\}$ $\{\bar{h}\ o\ k\}$. Di questi sono più frequentemente determinabili $\{\bar{1}01\}$ $\{\bar{2}01\}$ $\{\bar{1}02\}$, più di rado si osservano $\{201\}$ $\{101\}$ $\{102\}$ e ancor più raramente $\{\bar{1}03\}$ $\{\bar{3}01\}$, tutti sempre con facce subordinate e poche volte perfette. Non è del tutto infrequente la $\{011\}$, d'ordinario però ha facce poco piane e poco brillanti.

In alcuni cristalli si riscontrarono anche piccole faccette di $\{\bar{2}21\}$ che danno immagini assai diffuse, ed in altri si rinvennero facce pochissimo splendenti della $\{110\}$. La $\{\bar{1}11\}$ è, adunque, costante; e, poche eccezioni fatte, si presenta con facce che riflettono ottimamente la luce. Bellissime immagini danno pure, molte volte $\{100\}$ e $\{001\}$. Sono inoltre comunissimi i geminati secondo la nota legge: asse di geminazione la normale a $\{100\}$. È da osservarsi che in essi le facce concorrenti in angoli rientranti sono sempre striate parallelamente allo spigolo da esse determinato, quelle invece che si riuniscono in spigoli sporgenti sono costantemente molto piane. Di questi cristalli, tanto semplici che geminati, danno un' idea le figure 1, 2, 5 e 6. Ma, sotto ad essi, entro a rare geodine, altri se ne ritrovano veramente degni di nota, e per il numero rilevante di forme che mostrano, e per lo splendore delle loro facce. Su questi, di cui due sono rappresentati dalle figure 3 e 4, oltre alle forme dei cristalli più poveri, descritti più sopra, si ha ancora:

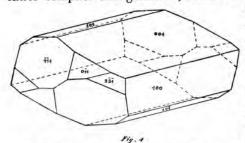
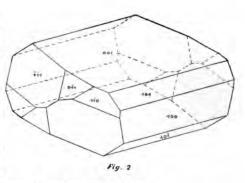



Fig. 4

$$\{111\}\ \{144\}\ \{\bar{1}22\}\ \{\bar{2}33\}\ \{012\}\ \{023\}\ \{121\}\ \{113\}\ \{\bar{7}32\}.$$

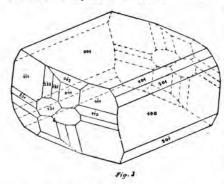
La base è pure in essi generalmente predominante sulle altre forme della zona [010]; in un solo caso vidi sviluppatissimo il pinacoide $\{\bar{1}02\}$. Tra le facce terminali quelle di $\{\bar{1}11\}$ sono sempre le più ampie, quelle di $\{111\}$ $\{011\}$ $\{012\}$ $\{110\}$ $\{\bar{7}32\}$

hanno una estensione variabilissima e quelle poi di {$\bar{2}21$} {$\bar{2}33$} {$\bar{1}22$} {$\bar{1}21$} sono sempre subordinate. Tanto {023} quanto {113} furono trovate una sola volta e con una sola faccetta. L'una però stava nelle zone [110 : 001], [101 : 012]; l'altra nelle zone [110 : 001], [101 : 012].

*Fig. 2*

Vidi pure una sola faccia assai scadente di {144}.

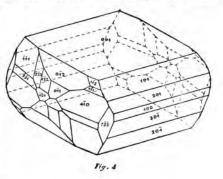
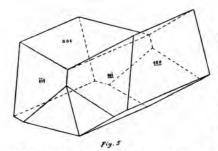
Riassumendo adunque ventidue sarebbero le forme semplici del nostro epidoto e cioè:

*Fig. 3*

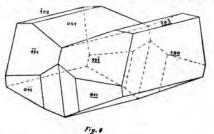
{100} {201} {101} {001} {$\bar{1}03$} {$\bar{1}02$} {$\bar{1}01$} {$\bar{2}01$} {$\bar{3}01$} {111} {144} {011} {$\bar{1}22$} {$\bar{2}33$} {$\bar{1}11$} {110} {113} {$\bar{2}21$} {$\bar{1}21$} {$\bar{7}32$} {023} {012}

A queste si potrebbe aggiungere, come incerta, un'altra forma di simbolo {$hkl$} osservata, sopra un cristallo geminato, nella zona [$0\bar{1}1$] e con una sola faccia, non molto estesa, ed alquanto striata parallelamente all'asse della zona stessa. Qualora si volesse calcolare un simbolo per la detta forma, {$\bar{5}66$} sarebbe quello a indici più semplici discretamente in accordo colle misure ottenute.

| Angoli | Mis. | Calc. |
|---|---|---|
| ($\bar{5}66$) : ($\bar{1}11$) | 5°20′ | 5°16′ 4″ |
| ($\bar{5}66$) : (011) | 28 40 | 28 38 12 |
| ($\bar{5}66$) : ($11\bar{1}$) | 67 36 | 67 43 14 |
| ($\bar{5}66$) : (001) | 72 16 | 72 9 36 |

*Fig. 4*

Fig. 5

Nel quadro che segue riunisco gli angoli misurati di fronte ai corrispondenti calcolati. Per il calcolo tenni come fondamentali i valori ottenuti per gli spigoli (100) : (001) ; (11$\bar{1}$) : (100) ; ($\bar{1}$11) : (001), i quali vennero misurati un notevole numero di volte, con risultati abbastanza soddisfacenti, e da cui si ricava:

$$a : b : c = 1{,}5788591 : 1 : 1{,}8018100$$
$$\beta = 64^0\ 37'\ 25''.$$

Fig. 6

| Angoli | Limiti delle osserv. | Media | Calcolato | N. |
|---|---|---|---|---|
| (100) : (001) | 64⁰ 27′ — 64⁰ 48′ | 64⁰ 37′ 25″ | * | 54 |
| (11$\bar{1}$) : (100) | 68 54 — 69 15 | 69 3 19 | * | 38 |
| ($\bar{1}$11) : (001) | 75 0 — 75 20 | 75 9 2 | * | 40 |
| (001) : (012) | 38 58 — 39 13 | 39 7 48 | 39⁰ 8′ 41″ | 5 |
| (012) : (011) | 19 16 — 19 19 | 19 17 12 | 19 17 39 | 5 |
| (011) : (01$\bar{1}$) | 63 4 — 63 8 | 63 6 0 | 63 7 20 | 2 |
| (012) : (023) | | 8 26 0 | 8 11 52 | 1 |
| (023) : (011) | | 11 14 0 | 11 5 47 | 1 |
| (0$\bar{1}$1) : (001) | 58 0 — 58 27 | 58 17 0 | 58 26 20 | 8 |
| (100) : (111) | 49 51 — 49 55 | 49 53 0 | 49 51 55 | 2 |

| Angoli | Limiti delle osserv. | Media | Calcolato | N. |
|---|---|---|---|---|
| (111) : (011) | 27° 4′ — 27° 20′ | 27° 13′ 12″ | 27° 10′ 20′ | 5 |
| (011) : $(\bar{1}22)$ | 17 14 — 17 25 | 17 16 24 | 17 19 31 | 5 |
| $(\bar{1}22)$ : $(\bar{2}33)$ | 5 30 — 5 55 | 5 37 36 | 5 45 18 | 4 |
| $(\bar{2}33)$ : $(\bar{1}11)$ | 10 30 — 10 55 | 10 38 45 | 10 49 37 | 4 |
| (100) : (011) | 76 47 — 77 15 | 77 2 0 | 77 2 15 | 7 |
| (011) : $(\bar{1}\bar{1}1)$ | 33 42 — 34 20 | 33 56 10 | 33 54 26 | 5 |
| (001) : (111) | 52 18 — 52 28 | 52 21 20 | 52 18 19 | 3 |
| (111) : (110) | 23 22 — 23 35 | 23 29 45 | 23 27 13 | 4 |
| (110) : $(22\bar{1})$ | 14 25 — 14 38 | 14 31 45 | 14 33 57 | 4 |
| $(22\bar{1})$ : $(11\bar{1})$ | 14 22 — 14 37 | 14 29 36 | 14 31 29 | 5 |
| (110) : (001) | 75 40 — 75 42 | 75 41 30 | 75 45 32 | 2 |
| (110) : $(11\bar{1})$ | 29 10 — 29 12 | 29 11 30 | 29 5 26 | 2 |
| (001) : (113) | | 29 12 0 | 28 54 43 | 1 |
| (113) : (111) | | 23 0 0 | 23 23 36 | 1 |
| (001) : $(\bar{1}22)$ | 65 58 — 66 18 | 66 5 20 | 66 8 8 | 6 |
| $(\bar{1}22)$ : $(\bar{1}21)$ | | 15 19 0 | 15 21 23 | 1 |
| $(\bar{1}21)$ : $(00\bar{1})$ | | 98 34 0 | 98 30 29 | 1 |
| (100) : $(22\bar{1})$ | 61 6 — 61 16 | 61 10 40 | 61 14 55 | 5 |
| $(22\bar{1})$ : $(12\bar{1})$ | 16 42 — 16 55 | 16 49 0 | 16 50 30 | 5 |
| $(12\bar{1})$ : $(\bar{1}00)$ | | 101 56 0 | 101 54 35 | 1 |
| (201) : $(22\bar{1})$ | | 67 33 0 | 67 31 46 | 1 |
| $(22\bar{1})$ : $(01\bar{1})$ | | 43 38 0 | 43 42 50 | 1 |

| Angoli | Limiti delle osserv. | Media | Calcolato | N. |
|---|---|---|---|---|
| (011) : (20$\bar{1}$) | | 68° 49′ 0″ | 68° 45′ 24″ | 1 |
| (101) : (22$\bar{1}$) | | 72 27 0 | 72 32 45 | 1 |
| (22$\bar{1}$) : (12$\bar{2}$) | | 27 33 0 | 27 33 31 | 1 |
| (12$\bar{2}$) : ($\bar{1}$0$\bar{1}$) | | 79 51 0 | 79 53 44 | 1 |
| (201) : (110) | 56° 58′ — 57° 5′ | 57 1 30 | 57 0 17 | 2 |
| (110) : ($\bar{1}$1$\bar{1}$) | | 79 46 0 | 79 46 59 | 1 |
| ($\bar{1}$1$\bar{1}$) : ($\bar{2}$0$\bar{1}$) | | 43 16 0 | 43 12 44 | 1 |
| (101) : (111) | 41 58 — 41 59 | 41 58 30 | 41 56 59 | 2 |
| (111) : ($\bar{1}$1$\bar{1}$) | | 96 0 0 | 96 6 2 | 1 |
| (101) : (110) | | 60 3 0 | 60 9 56 | 1 |
| (110) : (12$\bar{1}$) | 26 54 — 27 11 | 27 2 30 | 27 3 49 | 2 |
| (12$\bar{1}$) : (01$\bar{1}$) | 28 6 — 28 20 | 28 13 0 | 28 15 30 | 2 |
| (01$\bar{1}$) : ($\bar{1}$0$\bar{1}$) | | 64 29 0 | 64 30 45 | 1 |
| (101) : (012) | | 50 21 0 | 50 23 9 | 1 |
| (012) : ($\bar{1}$11) | 44 22 — 44 24 | 44 23 30 | 44 25 3 | 2 |
| ($\bar{1}$11) : ($\bar{1}$0$\bar{1}$) | 85 11 — 85 27 | 85 17 40 | 85 11 48 | 3 |
| (101) : (113) | | 29 49 0 | 29 53 42 | 1 |
| (113) : (012) | | 20 21 0 | 20 29 27 | 1 |
| ($\bar{1}$01) : ($\bar{1}$11) | 54 37 – 54 55 | 54 47 24 | 54 44 42 | 10 |
| ($\bar{1}$11) : ($\bar{1}$21) | 15 41 — 15 48 | 15 44 30 | 15 47 24 | 2 |
| ($\bar{1}$21) : (12$\bar{1}$) | | 38 50 0 | 38 55 48 | 1 |
| ($\bar{1}$11) : (11$\bar{1}$) | 70 24 — 70 32 | 70 27 0 | 70 30 36 | 14 |

| Angoli | Limiti delle osserv. | Media | Calcolato | N. |
|---|---|---|---|---|
| (233) : ($\bar{1}$21) | | 13° 25′ 0″ | 13° 23′ 26″ | 1 |
| (121) : (011) | | 43 27 0 | 43 27 9 | 1 |
| (201) : (22$\bar{1}$) | | 57 36 0 | 57 38 59 | 1 |
| (2[illegible]1) : (22$\bar{1}$) | | 64 46 0 | 64 42 2 | 1 |
| (012) : ($\bar{1}$21) | | 44 43 0 | 44 46 10 | 1 |
| ($\bar{1}$21) : ($\bar{1}$1$\bar{1}$) | | 48 13 0 | 48 13 25 | 1 |
| (110) : (12$\bar{2}$) | | 40 30 0 | 40 45 2 | 1 |
| (12$\bar{2}$) : (01$\bar{2}$) | | 30 21 0 | 30 12 45 | 1 |
| (110) : (01$\bar{2}$) | | 70 55 0 | 70 57 56 | 1 |
| (201) : (111) | | 65 28 0 | 65 21 41 | 1 |
| (111) : (023) | | 25 9 0 | 25 2 59 | 1 |
| (023) : ($\bar{2}$01) | | 89 23 0 | 89 35 20 | 1 |
| (102) : (0[illegible]1) | | 64 24 0 | 64 23 4 | 1 |
| (011) : (11$\bar{1}$) | 55° 43′ — 55° 50′ | 55 48 10 | 55 49 44 | 7 |
| (11$\bar{1}$) : (10$\bar{2}$) | 59 43 — 59 52 | 59 48 17 | 59 47 12 | 8 |
| (100) : (110) | 54 55 — 54 58 | 54 56 48 | 54 58 9 | 5 |
| (110) : (1$\bar{1}$0) | 70 0 — 70 2 | 70 1 0 | 70 3 42 | 2 |
| ($\bar{1}$01) : (011) | | 76 45 0 | 76 33 44 | 1 |
| (011) : (110) | | 34 27 0 | 34 15 39 | 1 |
| (110) : (10$\bar{1}$) | | 68 56 0 | 69 10 37 | 1 |
| (201) : (11$\bar{1}$) | | 58 38 0 | 58 40 31 | 1 |
| ($\bar{1}$11) : (110) | 62 16 — 62 27 | 62 20 0 | 62 23 20 | 5 |

| Angoli | Limiti delle osserv. | Media | Calcolato | N. |
|---|---|---|---|---|
| $(110):(73\bar{2})$ | 23° 33′ — 23° 56′ | 23° 44′ 20″ | 23° 35′ 7″ | 3 |
| $(73\bar{2}):(20\bar{1})$ | | 35 22 0 | 35 21 2 | 1 |
| $(\bar{1}10):(20\bar{1})$ | | 58 42 0 | 58 56 9 | 1 |
| $(\bar{1}03):(\bar{1}11)$ | | 64 17 0 | 64 18 28 | 1 |
| $(\bar{1}11):(01\bar{2})$ | | 71 33 0 | 71 32 2 | 1 |
| $(01\bar{2}):(10\bar{3})$ | | 44 10 0 | 44 9 30 | 1 |
| $(201):(001)$ | 46 11 — 46 20 | 46 17 0 | 46 11 29 | 3 |
| $(101):(001)$ | 34 35 — 34 53 | 34 44 24 | 34 42 1 | 5 |
| $(102):(001)$ | 22 20 — 22 32 | 22 26 6 | 22 30 6 | 2 |
| $(\bar{1}03):(001)$ | 22 13 — 22 30 | 22 20 0 | 22 19 31 | 3 |
| $(\bar{1}02):(001)$ | 34 0 — 34 30 | 34 17 52 | 34 18 39 | 7 |
| $(\bar{1}01):(001)$ | 63 32 — 63 49 | 63 38 52 | 63 38 28 | 7 |
| $(\bar{2}01):(001)$ | 89 28 — 89 33 | 89 30 15 | 89 23 36 | 4 |
| $(\bar{3}01):(001)$ | 98 38 — 98 40 | 98 38 40 | 98 35 22 | 3 |
| $(\bar{7}32):(100)$ | 35 54 — 36 20 | 36 10 24 | 36 8 16 | 6 |
| $(73\bar{2}):(001)$ | 80 30 — 80 48 | 80 43 48 | 80 43 22 | 6 |
| $(\bar{7}32):(\bar{1}11)$ | 33 35 — 33 40 | 33 37 30 | 33 35 1 | 3 |
| $(\bar{7}32):(01\bar{1})$ | 55 53 — 56 2 | 55 57 30 | 56 14 39 | 2 |
| $(\bar{7}32):(011)$ | | 67 11 0 | 67 14 19 | 1 |
| $(73\bar{2}):(111)$ | 35 25 — 35 36 | 35 29 40 | 35 28 29 | 3 |
| $(\bar{7}32):(\bar{2}21)$ | 25 23 — 25 25 | 25 24 0 | 25 25 15 | 2 |
| $(\bar{7}32):(22\bar{1})$ | | 88 14 0 | 88 14 5 | 1 |

| Angoli | Limiti delle osserv. | Media | Calcolato | N. |
|---|---|---|---|---|
| $(\bar{7}32):(30\bar{1})$ | | $33^0 40' 0''$ | $33^0 39' 55''$ | 1 |
| $(11\bar{1}):(201)$ | $78^0 48' - 78^0 52'$ | 78 50 0 | 78 42 24 | 2 |
| $(11\bar{1}):(102)$ | | 92 7 0 | 92 13 31 | 1 |
| $(\bar{1}11):(\bar{3}01)$ | | 61 42 0 | 61 45 45 | 1 |
| $(\bar{1}21):(201)$ | | 83 40 0 | 83 30 31 | 1 |
| $(\bar{1}21):(01\bar{2})$ | | 61 18 0 | 61 17 5 | 1 |
| $(\bar{2}33):(001)$ | 68 58 — 69 12 | 69 6 0 | 69 7 27 | 1 |
| $(23\bar{3}):(\bar{1}21)$ | | 49 21 0 | 49 26 2 | 1 |
| $(012):(111)$ | | 26 16 0 | 26 20 7 | 1 |
| $(012):(100)$ | 70 34 — 70 36 | 70 35 0 | 70 35 14 | 2 |
| $(012):(201)$ | | 57 31 0 | 57 31 43 | 1 |
| $(144):(0.1)$ | | 7 47 0 | 8 0 54 | 1 |
| $(144):(012)$ | | 17 38 0 | 17 50 49 | 1 |
| $(144):(11\bar{1})$ | | 53 37 0 | 53 53 34 | 1 |

Misurai pure alcuni cristalli geminati, accertandomi che le facce {100} dei due individui fossero parallele e comprese nelle zone $[001:\underline{00\bar{1}}]$, $[\bar{1}11:\underline{1\bar{1}\bar{1}}]$.

| Angoli | Limiti delle osserv. | Media | Calcolato | N. |
|---|---|---|---|---|
| $(001):(\underline{00\bar{1}})$ | $50^0 10' - 50^0 50'$ | $50^0 25' 15''$ | $50^0 45' 10''$ | 6 |
| $(\bar{1}11):(\underline{1\bar{1}\bar{1}})$ | 41 35 — 41 57 | 41 48 24 | 41 53 22 | 6 |
| $(01\bar{1}):(\underline{0\bar{1}1})$ | | 26 10 0 | 25 55 30 | 1 |

In lamine tagliate parallelamente al piano di simmetria, a luce di sodio, la bisettrice acuta fa un angolo di circa 2°30′ collo spigolo [001] nell'angolo acuto degli assi cristallografici *a* e *c*, e l'ottusa fa un angolo di circa 27°30′ collo spigolo [100].

In lamine rispettivamente normali alle due bisettrici, misurai:

| | $2\ H_a$ | $2\ H_0$ |
|---|---|---|
| Luce rossa [1] . . . . | 94°29′ | 138°33′ |
| » gialla (Na) . . | 94 24 | 139 44 |
| » verde . . . . | 94 13 | 140 45 |

Da questi dati si calcola:

| | 2 V. |
|---|---|
| Luce rossa . . . . . . . | 76°16′ |
| » gialla (Na) . . . . | 76 1 |
| » verde . . . . . . . | 75 45 |

Pleocroismo:

$\mathfrak{a}$ = giallo pallidissimo
$\mathfrak{b}$ = giallo verdiccio chiaro
$\mathfrak{c}$ = verde gialliccio

Assorbimento:

$$\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$$

Il peso specifico di questo epidoto, determinato col metodo della boccetta, risultò = 3,462.

Un'analisi, eseguita su materiale scelto colla massima cura, mi diede questi valori:

---

[1] Per questa luce mi valsi di vetro all'ossidulo di rame; per la verde di una soluzione di solfato cupro-ammonico mescolata con soluzione di bicromato potassico. Tralascio i risultati ottenuti a luce azzurra (soluzione di solfato cupro-ammonico), perchè meno attendibili.

| | | |
|---|---|---|
| Si | $O_2$ | 37,73 |
| $Al_2$ | $O_3$ | 21,11 |
| $Fe_2$ | $O_3$ | 16.22 |
| Fe | O | 0.32 |
| Ca | O | 22,55 |
| $H_2$ | O | 1,98 |
| Mg | O | tracce |
| | | 99,91 |

i quali sono in sufficiente accordo con quelli che la teoria richiede per una miscela nel rapporto di una molecola del silicato ferrico a due del silicato di allumina. Infatti per $H_2 Ca_4 Al_4 Fe_2 Si_6 O_{26}$ si calcola:

| | | |
|---|---|---|
| Si | $O_2$ | 37,27 |
| $Al_2$ | $O_3$ | 21,12 |
| $Fe_2$ | $O_3$ | 16,56 |
| Ca | O | 23,19 |
| $H_2$ | O | 1,86 |
| | | 100,00 |

*Milano, aprile 1897. Laboratorio di Mineralogia del Museo Civico di Storia Naturale.*

## PIRITE E PIRROTINA RISCONTRATI COME MINERALI ACCESSORII NEL GRANITO TORMALINIFERO DELL'ISOLA DEL GIGLIO — Nota del Prof. ROMOLO MELI.

Sul granito del Giglio feci già una comunicazione alla Società Geologica Italiana nell'adunanza generale tenutasi in Napoli il giorno 8 Febbraio 1891 [1] e pubblicai in seguito una Memoria sullo stesso argomento [2], alla quale rimando chi volesse

[1] Meli R., *Sul granito dell'isola del Giglio.* Boll. della Soc. Geol. Ital., vol. X (1891), fasc. 1°, pag. 20-24.

[2] Meli R., *Cenni sul granito del Giglio e bibliografia scientifica (principalmente geologica) relativa a quest'isola.* Boll. della Soc. Geol. Ital., vol. X (1892). fasc. 3°, pag. 383-439.

maggiori dettagli sulla geologia e bibliografia dell'isola del Giglio, nonchè sul granito gigliese.

Come è noto, l'isola suddetta si compone di un ellissoide granitico, col grande asse diretto a N. N.-O, lungo poco più di 8 Km, e col diametro minore di quasi 4 Km.; inoltre, ad ovest dell'isola, si ha un'appendice, denominata il Franco, che forma una specie di promontorio, avente la sua maggiore lunghezza di poco più di 2 Km., diretta parallelamente all'asse maggiore dell'ellissoide granitico e con una larghezza di circa Km. 1,3. Al Franco si trovano roccie diverse dal granito, cioè, eufotidi, serpentine, verrucano e scisti, ritenuti permiani, calcari infraliassici, ecc., sulle quali roccie, in qualche punto, si adagiano piccoli lembi di formazione quaternaria.

Il granito del Giglio si compone di quarzo, di ortoclasio predominante, per lo più di colore bianco, meno frequentemente rossastro (1); di plagioclasio (oligoclasio) in piccola quantità, ben riconoscibile al microscopio nelle sezioni sottili per le sue lamelle geminate; e di mica nera (biotite); sarebbe quindi da riportarsi ad una *granitite*. Ma, oltre i predetti minerali, trovasi nel granito gigliese un altro componente essenziale, che determinai per *pinite*, minerale pseudomorfo della *cordierite* e proveniente dalla alterazione di questa. La presenza di tale

(1) La varietà di granito ad ortoclasio rosso è indicata da Arsenne Thiébaut de Berneaud *(Voyage à l'isle d'Elba suivi d'une notice sur les autres isles de la mer thyrrhénienne.* Paris, 1808, vedi pag. 197-198). È pure segnata nelle *Notizie statistiche sull'industria mineraria in Italia dal 1860 al 1880* (vedi pag. 239), dal Jervis nella sua opera, *I tesori sotterranei dell'Italia.* Parte VI, *Geologia economica dell'Italia* (vedi pag. 317), dal Bechi nelle sue *Analisi chimiche di alcuni minerali delle isole del mare toscano* (vedi Boll. del R. Comitato Geol., anno I (1870), pag. 84), e dal Bombicci nel *Corso di mineralogia,* (2ª edizione, 1873-75 vol. II, pag. 714). Salmojraghi invece, nel suo libro: *Materiali naturali da costruzione. Caratteri litologici, requisiti costruttivi,* ecc. — Milano, U. Hoepli, 1892 — cita all'isola del Giglio, granito bianco, brizzolato, talor verdognolo, della cava delle Arenelle (ved. pag. 402-403). Nella mia prima visita all'isola del Giglio, nel 1890, non incontrai il granito ad ortoclasio rosso; ma, ritornatovi una seconda volta nell'anno corrente, raccolsi alcuni campioni di questa varietà rossastra.

minerale, oltre i componenti del granito normale, fu notata già dal Brocchi (1818), che lo riferì alla serpentina, e da Riccioli, Carpi e Ceccarini (1828), i quali furono incerti, se fosse orneblenda o serpentina.

Quando, nel 1891, ebbi ad occuparmi del granito gigliese come materiale da costruzione e da ornamento, studiai questo componente essenziale nei campioni di granito, da me raccolti nella visita fatta alla grandiosa cava « Le Cannelle » allora lavorata dalla ditta Martinori e Della Bitta, e lo determinai per *pinite* (1)

Si può quindi concludere che il granito, che forma la massa principale dell'ellissoide nell'isola del Giglio, sia una *granitite cordieritica.*

Come minerale accessorio trovasi poi nel granito del Giglio, la tormalina nera (afrizite). Di preferenza la tormalina si riscontra nelle vene e nei filoni, formati da ortoclasio e poveri di biotite, non che nelle loro cavità e geodi, ove si trovano splendidi cristalli di afrizite terminati talvolta alle due estremità.

Essendo, nel corrente anno 1896, ritornato nell'isola cogli allievi ingegneri della R. Scuola d'applicazione di Roma, visitai la cava Bonseri, che trovasi a poca distanza dal Giglio-marina, in prossimità della mulattiera, la quale dal Giglio-marina conduce al Giglio-paese. In questa cava sono piuttosto frequenti le piccole geodi e fenditure, tappezzate di cristalli, nel granito tormalinifero: vi raccolsi buoni campioni di ortoclasio cristallizzato, associato a cristalli di quarzo e di afrizite. In uno dei campioni ivi raccolti, notai alcuni cristalletti della lunghezza di mm. 2 a 4, di pirite, cambiata in limonite (limonite pseudomorfa di pirite). I cristalli presentano la forma {100} dominante, con {111} e le faccette di un emiesacisottaedro a faccie parallele.

In altro frammento di geode, insieme ai cristalli di ortoclasio, quarzo ed afrizite, notai alcuni cristalletti di pirrotina. Il maggiore dei cristalli misura mm. 5, ma è rotto lateralmente; nella parte residuale del cristallo si notano la base ben sviluppata, alcune facce prismatiche e due delle faccette spettanti ad un romboedro. Oltre la forma cristallina, il colore bron-

---

(1) Meli R., *Cenni sul granito* (Mem. cit.). Boll. della Soc. Geol. Ital., vol. X, 1891, pag. 391-394.

zino del minerale, il suo splendore metallico sulla rottura fresca, la sua durezza (*Du.* = 4 circa), la sua azione magnetica, e le reazioni al cannello, non lasciarono alcun dubbio sulla determinazione di questo minerale.

Credo che la pirrotina sia un minerale per la prima volta riscontrato nel granito dell'isola del Giglio; quivi, come nelle roccie cristalline della Baviera la pirrotina accompagna la cordierite.

Nelle geodi del granito tormalinifero della cava Bonseri, raccolsi buoni cristalli di ortoclasio latteo, alcuni dei quali, guardati per riflessione sulle facce del pinacoide {100} mostrano riflessi di luce perlaceo-argentina, analoghi a quelli presentati da quella varietà di ortoclasio (adularia), che è conosciuta col nome di *pietra di luna* o *lunaria* (*Moonstone* ingl.; *Mondstein* ted.). Anche guardando sulle facce del prisma verticale {110} si ha uno splendore argentino, ma molto più debole del precedente. io credo che tali riflessi siano d'origine secondaria, e causati forse da lamellette microlitiche disposte tutte parallelamente a loro stesse in determinata direzione, contro la quale producesi un fenomeno di riflessione luminosa e di assorbimento.

Nel granito della cava « Le Cannelle » sono rare le geodi e le fenditure con druse di minerali cristallizzati; invece, di frequente si osservano nel granito macchie nere a contorni ellissoidali dovute a concentramento di biotite, talvolta anche di afrizite e di pinite intorno ad un centro. In questi concentramenti [1], talora del diametro fino a cm. 12, si nota talvolta la struttura zonata in modo da ricordare gli sferoidi inclusi nel granito di Fonni e di Ghistorrai in Sardegna, trovati da vom Rath e da Lovisato [2].

Sulla spiaggia della cava « Le Cannelle » la quale è costituita da arene grossolane con grani di quarzo in prevalenza, lamellette di biotite e granelli neri di tormalina, raccolsi pezzi

---

[1] Credo che di questi concentramenti debba parlare il Lotti, quando menziona interclusi nel granito del Giglio (Lotti B., *Il Monte Amiata.* Boll. R. Comit. Geolog., vol. IX, 1878, pag. 372).

[2] Lovisato D., *Specialità rimarchevoli nella zona granitico-schistosa della Sardegna.* Atti d. R. Accad. dei Lincei. Rendiconti, serie IV, vol. I. Adunanza 10 e 12 Giugno 1885, pag. 486-487.

erratici di pomici bianche, sericeo-filamentose, arrotondate per logoramento, che devono provenire dall'isole Ponze od anche dall'isola di Lipari (ove se ne hanno cave) trasportate per mezzo dei flutti. Difatti, trovai pomici bianche erratiche, trasportate dal mare quando è in burrasca e gettate sulla spiaggia, lungo il littorale romano a Terracina, Astura, Foglino, Anzio, Torre Caldara, Torre S. Lorenzo, Fiumicino, ecc., e vidi anche raccoglierle con sacchi sulla spiaggia tra Nettuno ed Astura.

La presenza della pirrotina e la sua associazione a cristalli di pirite ed a limonite pseudomorfa di pirite, non vennero, per quanto sappia, prima d'ora riscontrate nel granito gigliese.

*21 Novembre 1896.*

## Forma cristallina del Cloroplatinato di metil-etil-α-propioniltetina. — Dott. E. Billows.

Il Prof. Carrara e il Dott. Vanzetti hanno passato al Gabinetto di Mineralogia due nuovi cloroplatinati isomeri, perchè ne venisse fatto lo studio cristallografico.

Su uno solo di questi cloroplatinati, cioè sul cloroplatinato di metil-etil-α-propioniltetina la cui formola chimica è

$$\left( \begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ Cl - S - C_2\,H_5 \\ | \\ CH \\ \diagup \quad \diagdown \\ COOH \quad CH_3 \end{array} \right)_2 P_t\,Cl_4$$

solubile in acqua ed in alcool acquoso, ho potuto ottenere i seguenti dati:

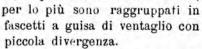
*Sistema cristallino:* triclino

$$a : b : c = 0{,}96547 : 1 : 0.84245$$
$$A = 82^{\circ}.\,27'; \; B = 121^{\circ}; \; C = 127^{\circ}.\,23'$$

*Forme osservate:* (100), (010), (001), $(1\bar{1}0)$, $(0\bar{1}1)$, $(\bar{1}11)$.

*Combinazioni osservate:* (100) (010) (001); (100) (010) (001) $(1\bar{1}0)$;
(100) (010) (001) $(1\bar{1}0)$ $(0\bar{1}1)$; (100) (010) (001) $(1\bar{1}0)$ $(\bar{1}11)$;
(100) (010) (001) $(1\bar{1}0)$ $(0\bar{1}1)$ $(\bar{1}11)$.

| Angoli | Misurati *(medie)* | Calcolati |
|---|---|---|
| 001 : 010 = $\alpha$ | 74.° 33′ | * |
| 100 : 001 = $\beta$ | 56. 27 | * |
| 100 : 010 = $\gamma$ | 50. 35 | * |
| 001 : $1\bar{1}0$ | 65. 33 | * |
| 001 : $0\bar{1}1$ | 49. 8 | * |
| 100 : $1\bar{1}0$ | 54. 17 | 53.° 55′ |
| $1\bar{1}0$ : $0\bar{1}0$ | 75. 58 | 75. 30 |
| $0\bar{1}1$ : $0\bar{1}0$ | 56. 22 | 56. 19 |
| $\bar{1}11$ : 100 | 86. 57 | 87. 41 |
| $\bar{1}11$ : 010 | 60. 55 | 61. 36 |
| $\bar{1}11$ : $\bar{1}10$ | 63. 30 | 63. 27 |

I cristalli di color rosso vivo, si presentano di rado isolati, per lo più sono raggruppati in fascetti a guisa di ventaglio con piccola divergenza.

Gli isolati presentano soltanto la prima e la seconda delle cinque combinazioni osservate, sono grossi da 2 a 3 mm., non sono terminati che ad una sola estremità, e si prestano pochissimo alle misure goniometriche.

Le misure non potei quindi eseguirle che sul frammento terminale di qualche individuo accuratamente distaccato dai fascetti.

La pinacoide (100) possiede facce discretamente piane e grandi; così pure è discreta la faccia 001. Non così sono le facce della pinacoide (010), un po' meno splendenti e alquanto strette, per cui i cristalli appariscono generalmente tabulari secondo 100 ed allungati secondo lo spigolo [001].

La $1\bar{1}0$ e la parallela sono subordinate, come pure la faccia $0\bar{1}1$, che è poi strettissima, e non di rado manca.

La $\bar{1}11$ è poco splendente e molto rara: non l'ho riscon-

trata che in due frammenti terminali poco adatti alle misure. In uno di questi, che offre la quarta delle combinazioni osservate, essa è estesa quasi quanto la 001, dando all'individuo l'abito apparente d'un cristallo monoclino col piano di simmetria parallelo a $1\bar{1}0$.

Questi frammenti ed altri simili, che offrono però la seconda e la terza delle combinazioni osservate, e sono, come i primi, poco adatti alle misure, presentano terminata l'estremità opposta a quella osservata negli altri individui già misurati. Essi presentano questa disposizione non comune, di trovarsi cioè insieme ravvicinati in posizione all'incirca di geminati ed anche un po' più divergenti.

La sfaldatura non è osservabile.

Sopra un individuo isolato, che poggia con la 100 sul vetrino porta-oggetti, ho potuto misurare l'angolo piano [010] : [001], ed ho trovato per esso il valore di 82.° 22′ (calcolato 82.° 27′).

Una delle direzioni d'estinzione osservate sulla medesima faccia forma con l'asse $+c$ verso l'asse $-b$ un angolo di 43.° 24′ (media di 10 misure).

Non osservai alcun accenno a dicroismo.

*Padova, Ottobre 1898.*

---

SULLA PRESSIONE NELL'AZIONE DELL'ACQUA SUL QUARZO [1] — Nota di GIORGIO SPEZIA.

L'osservazione se la solubilità del quarzo nell'acqua sia dipendente più dalla temperatura o più dalla pressione non può a meno d'interessare la geologia per la grande diffusione in natura e per l'importanza litologica del detto minerale. Perciò l'A. ha intrapreso alcune esperienze in proposito; ma essendo necessario parecchio tempo per ultimarle, crede utile di porgere con questa prima nota i risultati di quelle esperienze, le quali si riferiscono all'influenza della pressione nella soluzione del quarzo a temperatura ordinaria.

Da quanto consta all'A., per ricerche bibliografiche, l'unica esperienza eseguita, sull'influenza della pressione nella solubilità del quarzo a temperatura ordinaria, fu quella di Pfaff [2], il quale avrebbe trovato che, alla temperatura di 18°, colla pressione di 290 atm. e col tempo di 4 giorni, 1 parte di quarzo si scioglierebbe in 4700 parti d'acqua.

Ora detta solubilità alla sola temperatura di 18° è troppo grande in confronto della silice disciolta in molte acque minerali. Infatti per detta solubilità un'acqua dovrebbe contenere su 1000 parti 0,213 di $Si\ O^2$, la quale quantità sarebbe di molto maggiore a quella che le analisi assegnano alle acque minerali, anche termali assolute, sia solforose, sia ricche di carbonati alcalini o ricche di acido solforico e cloridrico liberi. Soltanto le acque prettamente geiseriane, che sono anche le più calde, conterrebbero maggior quantità di silice di quella fornita dall'esperienza di Pfaff.

Per tale considerazione bisognerebbe conchiudere che le acque minerali, con minore quantità di silice di quella indicata dall'esperienza di Pfaff, l'avessero perduta prima di giungere

(1) *Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino*, Vol. XXXI, Ad. 29 Dicembre 1895.

(2) *Allgemeine Geologie als exacte Wissenschaft*, 1873, pag. 311.

alla scaturigine per la diminuzione e scomparsa della forte pressione la quale, secondo l'esperienza, era causa della solubilità della silice.

Ma tale conclusione renderebbe difficile lo spiegare come le acque geiseriane contengano maggiore quantità di silice di quella trovata nell'esperienza, sebbene anch'esse abbiano perduto alla loro scaturigine la pressione che dovrebbe essere necessaria per la solubilità della silice.

D'altronde per altre esperienze dell'A., p. es., quelle pubblicate a riguardo dell'Apofillite, dalle quali risultava che la solubilità dipendeva essenzialmente dalla temperatura e non dalla pressione, era indotto a credere che anche per la solubilità del quarzo dovesse accadere lo stesso, considerando che in natura le acque minerali più ricche di silice sono quelle che hanno maggior temperatura.

Per le anzidette ragioni venne all'A. un dubbio sul valore dell'esperienza di Pfaff, e la descrizione del modo con cui fu eseguita l'esperienza lo persuase, che il risultato di essa potesse essere erroneo per cause dipendenti dal processo sperimentale.

Pfaff per la sua esperienza ridusse in polvere grossolana il quarzo, quindi pose 140 milligrammi di essa in un piccolissimo imbuto di carta da filtro, il quale fu legato e mantenuto chiuso con filo di rame inargentato. Detto imbuto fu messo nella cavità di un cilindro di ferro, contenente 20 grammi d'acqua, sospendendolo con un sottile filo appena sotto alla superficie dell'acqua. La cavità del cilindro, contenente l'acqua e l'imbuto colla polvere, fu chiusa con una lastra di ferro sopracaricata di un peso corrispondente alla pressione di 290 atmosfere; poi l'apparecchio così combinato fu riscaldato in modo che la temperatura sua salisse da 8° che aveva, a 18°. Quindi Pfaff calcolò la pressione dovuta all'aumento di volume dell'acqua per i 10° di maggior temperatura, tenendo conto anche dell'aumento di volume del ferro; la quale pressione aveva naturalmente per limite il peso che serviva alla chiusura del cilindro.

Il Pfaff nel descrivere il modo di esperienza non indica i dettagli relativi alla pesatura dell'imbuto di carta. Ad ogni modo parve all'A. che il procedimento dell'esperienza non fosse scevro di cause di errore, massime perchè si trattava di so-

stanza ridotta in polvere e di carta da filtro, la quale rimanendo per 4 giorni, che tale fu la durata dell'esperienza, sotto forte pressione poteva per sola azione fisica spappolarsi leggermente ed anche diventare porosa in modo da perdere qualche grano di polvere.

Perciò l'A. credette opportuno di ripetere l'esperienza sulla solubilità del quarzo nell'acqua con grande pressione e con temperatura ordinaria, adottando un altro procedimento che escludesse le supposte cause di errore.

Invece di adoperare il quarzo ridotto in polvere ha fatto uso di una lamina di quarzo, perchè se un corpo è insolubile, la riduzione in polvere non può renderlo solubile; se per contro è solubile, la polverizzazione serve soltanto per aumentare la velocità di soluzione; ossia, aumentando la superficie di contatto del corpo col liquido solvente, la soluzione si farà in minor tempo, sempre inteso che il liquido sia in quantità tale che non venga, per saturazione, impedita la continua azione solvente. Perciò gli effetti finali di soluzione che si ottengono col trattare il corpo ridotto in polvere, si debbono anche ottenere con una lamina a larga superficie ed impiegando maggior tempo.

Con tale criterio fece due esperienze, impiegando materiale tolto da un cristallo di quarzo, del Delfinato, perfettamente limpido.

Nella prima esperienza la lastra di forma rettangolare fu lavorata in modo, che le superfici non fossero levigate ma rugose mediante una fina smerigliatura; ciò l'A. fece per rendere più facile il contatto dell'acqua col quarzo.

La lastra così preparata aveva il peso di grammi 11,6641 e la superficie complessiva di 2206 millimetri quadrati; essa fu posta in un tubo d'argento contenente l'acqua distillata e con lo stesso modo di sospensione e cogli stessi apparecchi di pressione già descritti nell'esperienza sulla solubilità dell'Apofillite [1].

La lastra fu mantenuta alla pressione di 1750 atmosfere dall'11 Luglio al 14 Dicembre 1894, ossia per 5 mesi e 3 giorni e la temperatura massima, che era quella dell'ambiente, fu di 25°.

[1] *Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino,* Vol. XXX, pag. 455.

Terminata l'esperienza e pesata nuovamente la lastra di quarzo, l'A. non trovò assolutamente alcuna differenza di peso, questo fu ancora di gr. 11,6641. Oltre a ciò, per questa prima esperienza versò l'acqua, contenuta nel tubo d'argento e la cui quantità era di 45 grammi, in un capsula di platino previamente pesata; fece evaporare l'acqua e non ebbe residuo alcuno.

Perciò da questa prima esperienza gli risultò che alla temperatura di 25°, alla pressione di 1750 atmosfere ed in 5 mesi e 3 giorni di tempo il quarzo rimase perfettamente insolubile nell'acqua.

Una seconda analoga esperienza fu dall'A. eseguita non più con una lastra a superfici rugose, ma perfettamente levigate; onde approfittare della proprietà che hanno i corpi, sotto l'azione di solventi, di presentare figure di corrosione, le quali anche minime dovevano, osservate al microscopio, palesargli qualunque piccolissima traccia di soluzione. A ciò fu indotto dal fatto di avere osservato, facendo alcune esperienze preliminari sulla solubilità del quarzo con alta temperatura, che le lastre, oltre alla perdita di peso presentavano distinte figure di corrosione. La figura che l'A. ha annesso allo scritto [1] rappresenta appunto, ingrandita, l'apparenza di una lastra di quarzo, la quale, previamente levigata, fu tenuta nell'acqua per 15 giorni alla temperatura da 230° a 240° e soltanto colla pressione corrispondente alla tensione del vapore acqueo per detta temperatura. La superficie della lastra rappresentata è parallela all'asse principale e la maggior lunghezza delle singole figure di corrosione è normale ad esso.

La lastra della seconda esperienza era parimenti tagliata parallelamente all'asse principale ed a superfici levigate; essa aveva il peso di grammi 1,5545 con una superficie totale di 994 mill. q. La lastra fu mantenuta nell'acqua sotto la pressione di 1850 atmosfere dal 10 Luglio al 14 Dicembre 1895, ossia per 5 mesi e 4 giorni e la temperatura dell'ambiente non superò i 27°.

Nota poi l'A. che ebbe l'avvertenza di rendere le superfici della lastra tali, che l'acqua vi aderisse perfettamente. Perchè si sa che sovente sopra le superfici levigate l'acqua si comporta come se la superficie fosse unta, ossia si contrae e non aderisce.

---

[1] Vedi la Memoria originale.

Anche in questa seconda esperienza trovò che la lastra nè aveva perduto il peso, nè l'osservazione microscopica accennava menomamente a traccie di figure di corrosione. La mancanza di queste costituendo già un controllo della pesatura, lo indusse a tralasciare in questa esperienza di far evaporare l'acqua per vedere se essa lasciasse residui.

Nelle sue esperienze, in paragone di quella di Pfaff, l'A. aumentò d'intensità la causa, supponendo che la pressione fosse la causa della solubilità del quarzo nell'acqua, e procurò di raccogliere un effetto più grande colla più lunga durata dell'esperienza, per la funzione che ha il tempo di accumulare maggiore quantità di effetto in modo, che un effetto stabile, se realmente è prodotto da una causa continua, diventa, per minimo che esso sia, visibile e ponderabile per la sua quantità accumulata. Non pertanto le sue esperienze diedero un risultato contrario a quella di Pfaff; ma l'A. ritiene che il diverso risultato ottenuto da Pfaff debba attribuirsi al modo tenuto nell'esperienza, il quale, massime per l'impiego della carta poteva dar luogo ad errori, che furono invece evitati col procedimento da lui usato.

Nè crede l'A. si possa addurre come causa di differenza di risultato, fra l'esperienza di Pfaff e le sue due, il fatto d'avere egli sperimentato sul quarzo in lastra invece di ridurlo in polvere. È vero che i granuli, costituenti la polvere di quarzo del peso di 140 milligrammi impiegata da Pfaff, potevano, supponendoli del volume di un cubo di 0,1 di millimetro di lato, rappresentare la superficie di 3170 millimetri quadrati e perciò maggiore di quella delle lastre per le quali le superfici totali erano nelle due esperienze rispettivamente di 2206 e 994 mm. q. Ma è pure evidente, che detta minore superficie di contatto del quarzo coll'acqua fu largamente compensata col maggior tempo e colla maggior pressione, che l'A. usò nelle sue esperienze.

Del resto l'A. è convinto, che colle altre esperienze in corso potrà confermare il risultato di quelle ora descritte, che cioè: anche per la solubilità del quarzo nell'acqua, la causa essenziale non deve essere la pressione, ma la temperatura.

---

## IL GRANATO A CAPRERA ED IN SARDEGNA. — D. LOVISATO.

I minerali di questo gruppo, che tanto differiscono fra loro pei componenti chimici e pei pesi specifici, sono conosciuti in taluni punti dell' isola fino dai tempi del Lamarmora.

Infatti nella sua classica opera noi troviamo citati gli schisti ricchi in granato di S. Lucia di Posada [1], la massa granatifera giallo-verdastra, accompagnante la magnetite di Perdasterri (Perda Steria) [2], l'altra analoga di Talana nella località Perda e Mengia [3] e di altri giacimenti di magnetite, nonchè il curioso granato di colore rosso d'un filone di retinite madreperlacea nell' isola di S. Pietro, non lontano dalla località detta « *I Pescetti* » [4], granato che non conosco affatto e che non mi venne fatto di scoprire nel trachitico di quella cara e simpatica isoletta.

Il Barelli ricorda i granati di Talana [5], che abbiamo già citati, e vi aggiunge quelli pei giacimenti analoghi della montagna di Capoterra [6], gli altri della località Sos Frailes in quel di Arzana [7] e quelli in massa di Villanova Strisaili [8]; oltre di che, senza precisare località, rammenta i granati in massa nelle montagne di Pula e nella val di Oridda [9].

Di un numero maggiore di località pei granati parla il Jervis, il quale ai banchi di granato, che accompagnano le masse

---

[1] *Voyage en Sardaigne.* Troisième partie, pag. 12.

[2] Opera citata, pag. 465-6.

[3] Op. cit., pag. 471.

[4] Op. cit., pag 479.

[5] V. Barelli. *Cenni di Statistica mineralogica degli Stati di S. M. il re di Sardegna, ovvero catalogo ragionato della raccolta formatasi presso l'azienda generale dell' interno.* — Torino 1835, pag. 624.

[6] Op. cit., pag. 647.

[7] Op. cit., pag. 626.

[8] Op. cit., pag. 627.

[9] Op. cit., pag. 596.

di magnetite di Perdasterri ([1]), della località Perda Mengia, non lungi dalla regione Orcesi, alquanto più vicina al villaggio di Talana ([2]), già ricordati dal Lamarmora, aggiunge per giacimenti analoghi il granato di Capoterra ([3]), l'altro di Arzana in massa sul monte di Sos Frailes ([4]), già menzionato dal Barelli, nonchè un bel granato rosso vinato nel granito di Arbus ([5]) e ch'egli chiama *grossularia*, granato che certamente deve riferirsi ai superbi esemplari, che si trovano nelle granuliti sopra la miniera di Ingurtosu, ma che io non saprei affermare appartenere alla specie *grossularia;* aggiunge ancora il granato, sottospecie *grossularia* (sono parole dello stesso Jervis) in piccoli cristalli negli schisti nella regione Is Arenas di Domus novas ([6]), ch'io non conosco; quello entro roccie cristalline granatifere presso il mare verso il Capo di Monte Santo in quel di Dorgali ([7]), pure a me ignoto; l'altro in rombododecaedri rinchiusi in roccia amfibolica in vicinanza all'abitato di Villanova Strisaili ([8]), a me pure ancora ignoto; l'altro compatto cristallino in vicinanza del filone argentifero a ganga di quarzo e di calcite nel permesso di S'Acqua Rubia nel comune di Villaputzu ([9]); e finalmente i granati del permesso Su Fraizzu a 10 chil. a N. O. del villaggio di Pula, risalendo il Rio Mannu sulla destra del torrente, come nel permesso di Monte Santo ([10]), che prende nome dal monte in cui trovasi a circa 12 chil, da Pula.

Il Traverso ([11]) ricorda il granato di color giallo-miele amorfo od in cristalli rombododecaedri in una speciale roccia clastica, che finora fu chiamata quarzite; e Traverso junior più

---

([1]) G. Jervis, *I tesori sotterranei dell'Italia.* Parte 3ª, Le Isole 1881, pag. 38.

([2]) Op. cit., pag. 155.

([3]) Op cit., pag. 36.

([4]) Op. cit., pag. 158.

([5]) Op. cit., pag. 106.

([6]) Op. cit., pag. 29.

([7]) Op. cit., pag. 154.

([8]) Op. cit., pag. 164.

([9]) Op. cit., pag. 180.

([10]) Op. cit., pag. 38.

([11]) G. B. Traverso. *Giacimento a minerali d'argento del Sarrabus,* pag. 6 e 23.

tardi fa menzione dello stesso giacimento, riportandolo dalla pubblicazione citata (1).

Il De Castro rammenta lo stesso granato (2), togliendolo dal medesimo lavoro del Traverso e fa pure menzione di un altro granato colle parole (3): *Altre volte, come presso i lavori di Su Girò* (Nicola Secci) *le felsiti dirette esattamente E-O, a contatto di scisti molto ferruginosi, si presentano di aspetto verdastro e molto granatifere,* ma anche questo granato io non conosco.

Dal complesso vediamo che il granato in Sardegna finora era conosciuto negli schisti della zona arcaica, fino a poco tempo fa riguardati come siluriani, in roccie che accompagnano filoni metalliferi, assieme alla magnetite in masse ed in banchi ed anche stando al Lamarmora, in una roccia vulcanica terziaria. Quest'ultimo curioso presentarsi del granato è anche menzionato da non molto in un suo importante lavoro micrografico dal sig. ing. S. Bertolio, cui però non riuscì di trovare il granato in parola (4).

Completerò ora, per quanto oggi mi è possibile, le notizie sulla diffusione del granato in Sardegna, descrivendo particolarmente quello di Caprera.

Si sa che il granato, minerale interessante anche per la costituzione delle roccie, si trova in generale nella zona dei micaschisti, fra le roccie metamorfiche, nelle granuliti particolarmente e solo occasionalmente in roccie vulcaniche: ed in Sardegna lo si avrebbe in tutte queste forme litologiche, stando al Lamarmora per la così detta retinite dell'isola di S. Pietro.

Infatti nei micaschisti e negli schisti gneissici noi lo troviamo nella zona arcaica di Caprera e nella sua continuazione

---

(1) S. Traverso. *Note sulla geologia e sui giacimenti argentiferi del Sarrabus (Sardegna).* — Torino 1890, pag. 44.

(2) C. De Castro, *Descrizione geologico-mineraria della zona argentifera del Sarrabus.* Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia. R. Ufficio geologico. — Roma 1890, pag. 18.

(3) Op cit., pag. 28.

(4) S. Bertolio, *Studio micrografico di alcune roccie dell'isola di S. Pietro (Sardegna).* Estratto dal Bollettino del R. Comitato geologico. Anno 1894, n.° 4, pag. 14.

a Capo dell'Orso, a Golfo Aranci e giù per S. Teodoro a Posada, dove fu rinvenuto negli schisti anche dal Lamarmora, e giù per Siniscola, al cui scalo noi troviamo gli schisti tempestati di granati, a quella guisa che sono i micaschisti filladici dell'Istintino presso Capo Falcone e da me menzionati in altra Nota (1). Del granato in roccie metamorfiche ricorderò quello del calcare saccaroide della vetta del pittoresco monte di Santa Maria di Gonari nel Nuorese: comparisce in masse cristalline, che talvolta lasciano vedere qualche faccia del rombododecaedro; lo si direbbe una *grossularia,* ma la mancanza di analisi non mi fa sicuro. Questa bella lente calcare contiene degli inclusi di granulite pur granatifera, granulite bellissima, talvolta bianca, ricca in frammenti di oligoclasio, come appare dalla sezione sottile: fu questa granulite che ha metamorfizzato il calcare.

A questa categoria ascriveremo il granato nelle così dette quarziti del Sarrabus. A questa stessa categoria od a quella che accompagna la magnetite, ascrivo del pari il granato in masse, che si trova non lungi dalla cima del Monte Santo di Pula, che forse può coincidere con quello di Monte Santo, citato dal Jervis: il granato quivi si presenta in masse, qua oscuro, quasi nero, là giallo verdognolo ed altrove quasi bianco, sempre in rombododecaedri. Per riguardo alla magnetite possiamo dire che quasi dovunque essa si trova accompagnata dal granato in massa, come mi piace qui ricordare quello che in vene si mette in mezzo alla magnetite nei pressi di Meana Sardo sulla strada che conduce a Laconi. Un simile granato in Massa, accompagnato da amfibolo, trovasi pure presso la cantoniera Sa Rena per andare da Fonni a Correboi in schisti uroniani molto ferruginosi.

Riguardo al granato nelle granuliti, possiamo dire ch'esso si trova accidentalmente in massecole od in cristalli isolati od in gruppi di cristalli in tutte le granuliti di Sardegna, da quelle di Caprera e di Maddalena, passando per la massa del Limbara, a quelle di Lanusei e delle più meridionali di Capo Carbonara, non escluse certamente quelle della massa occidentale. Raramente però si presenta in grossi cristalli: il maggiore, derivante

(1) *La tormalina nella zona arcaica di Caprera.* Rendiconti della R. Accademia dei Lincei. Vol. IV, 1° semestre, 1895.

dalle falde del Limbara, fra Oschiri e Tempio, un trapezoedro {211} ha il diametro di 14 mm. ed è rosso oscuro. I più belli che ho raccolto, son quelli delle granuliti a poca distanza da Dorgali per andare a Baonei, e fra Monti e Tempio sulla via percorsa dalle ferrovie secondarie. Da queste ultime deriva un cristallo splendidissimo, di color rosso vinato, tendente al giallo rosso ambrino, del diam. di 4,5 mm. in forma di trapezoedro modificato dal rombododecaedro {211} {110}; questo cristallo più grosso si trova circondato da altri cristalli interi più piccoli, che presentano le stesse forme ed una quantità di pasta appartenente ad altri granati fratturati. Quasi egualmente splendido, dello stesso colore, ma più piccolo, misurando il diametro di 3 mm., è il cristallo da me trovato nella granulite presso Dorgali. Le forme sono quelle del precedente, ma accanto a questo trapezoedro, modificato dal rombododecaedro s'annida altro cristallo molto più piccolo, presentante nettamente le faccie del rombododecaedro. Non crederei d'errare riferendo questi ultimi granati di Dorgali e del Limbara all'almandino, granato nobile, anche come quello che il più di frequente si trova nelle granuliti.

E qui ricorderò i granati che ho trovati nella interessantissima zona eruttiva, che sollevò gli schisti uroniani, sopportanti i siluriani a *Tuviois:* quivi rinvenni in una porfirite andesitica oscura, ricca in epidoto, contenuto in cavità ed anche in vene assieme a pirossene, un bel granato color miele carico in rombododecaedri e presentante interessanti anomalie ottiche.

Farò menzione anche del bellissimo granato, che alcuni anni fa fu trovato assieme alla galena nella miniera di Genna Caru sulla destra della strada da Iglesias a Flumini Maggiore. I campioni del museo, da me diretto, presentano generalmente il rombododecaedro combinato col trapezoedro {110} {211}: questo ultimo si osserva in un solo cristallo nettamente, ma sopra di esso compariscono le piccole faccie del rombododecaedro: in nessuno dei cristalli degli esemplari a mia disposizione ho potuto osservare isolatamente il rombododecaedro, come lo si trova nelle masse di granato, che accompagna la magnetite e negli schisti, nè isolatamente il trapezoedro, come avviene di incontrare nei granati delle granuliti. I granati disseminati dentro la

galena, ora isolatamente ed ora a gruppi, sono di colore di miele, se piccoli; oscuri con fascie o macchie melate, se grossi, variando il loro diametro da 1 mm. a 12 mm.

Ma il granato più interessante e che forma lo scopo principale della presente Nota è quello di Caprera. Nella zona arcaica del fatidico scoglio, che abbraccia oltre una buona parte della penisola di Punta Rossa assieme all'isola della Pecora anche un lembo della parte orientale su Cala Portese, noi troviamo delle roccie ricchissime in granato, e son quelle che contengono la tormalina, di cui diedi cenno illustrativo in una Nota superiormente citata.

Andando verso oriente nella penisola di Punta Rossa, lambendo il mare, in una specie di conca rocciosa, levigata dai marosi, e che permette scendere alla spiaggia, dà all'occhio una roccia verde oscura, che va dalle porfiriti alle ortofiriti ed in dicco, che si divide in due, attraversa le granuliti ed i gneiss divenuti molto micacei, quasi micaschisti: quivi questi micaschisti gneissici sono attraversati da vene rosee, che contengono in grande quantità il granato, di cui più sotto riporto l'analisi quantitativa, eseguita dal mio assistente prof. Michelangelo Fasolo.

Il granato in minutissimi cristalli, che dal diametro di 0,25 mm. vanno a quello di 1 mm. poco più, sono semitrasparenti a translucidi, rosei, ametistini, talvolta melati per incipiente decomposizione e tal' altra rosso vinato oscuro. Presentansi in trapezoedri, rarissimamente in rombododecaedri, ma non m'avvenne di trovare combinate le due forme; sono quasi sempre dentro il quarzo, pochissimi nel feldispato e più raramente ancora nella mica, che è sempre la muscovite. Questo granato è fragilissimo, ma più duro del quarzo, rigando il mortaino d'agata; è brillante, a lucentezza vitrea e frattura concoidale ineguale colla polvere bianco sporca. Nel tubo chiuso diviene oscuro; al cannello fonde facilmente in globulo quasi nero attirabile dalla calamita e ridotto in polvere finissima gelatinizza coll'acido cloridrico, mentre il granato non calcinato anche in polvere finissima non viene attaccato dagli acidi cloridrico e nitrico. In tubo chiuso il granato ridotto in polvere viene decomposto totalmente dall'acido solforico diluito nel rapporto di 3:1. L'acido fluoridrico discioglie rapidamente i piccoli cristalli senza bisogno di

polverizzarli: la soluzione è completa senza residuo anche dopo eliminato l'acido fluoridrico con l'acido solforico, ciò che dimostra la mancanza del titanio, del bario e dello stronzio: col boraco si ha la perla ametistina. La polvere si è ottenuta nel mortaio d'agata abbastanza facilmente dopo aver frammentati i granati nel mortaio di Abich: però i granati non vennero polverizzati per la determinazione della silice, che si ottenne colla fusione del granato senza polverizzazione col carbonato sodico, e come si è veduto non vennero polverizzati i granati neppure per ottenere la soluzione fluoridrica.

Pel peso specifico dirò che, mancandomi qui gli apparecchi e i preparativi per calcolarlo più direttamente e magari su quantità minori di quelle adoperate da me, mi sono ridotto alla bilancia idrostatica. Con essa si son fatte diverse pesate e sempre su differenti quantità di granato. Il prof. di fisica di questa Università, sig. Guglielmo, su gr. 0,8270 ottenne 4,110 alla temperatura dell'acqua di 29° e 4,093 su gr. 0,7915 alla temperatura dell'acqua di 27°. Una terza prova, fatta assieme a me dallo stesso professore sopra gr. 1,132 diede 4,072 colla temperatura dell'acqua di 16°, essendo quella dell'aria 15°. Il prof. Fasolo in una pesata da ultimo eseguita sopra gr. 1,1237, ottenne col picnometro colla bilancia Sartorius, a braccia corte, al decimo di milligrammo, 4,11009, la temperatura dell'acqua essendo di 13,7°. Io feci una sola pesata pure con la bilancia idrostatica al decimo di milligrammo sopra una quantità di gr. 1,1251, ed ottenni 4.121 essendo la temperatura dell'acqua 14,4° e quella dell'aria 15°. Questi valori, che di non molto differiscono fra loro, ci darebbero in media pel peso specifico del nostro granato

4,1016

valore che ben conviene ad un granato manganesifero come il nostro. Però conviene tener conto che la bilancia col corpo immerso nell'acqua oscilla un po' male e perde quindi di esattezza, non potendo garantire più del mezzo milligrammo.

Questo bel granato però oltrechè trovarsi nelle vene rosee sopracitate, si rinviene anche nella maggior parte dei micaschisti gneissici di quella zona: spesseggia nei chiari, nei quali spiccano l'abbondante quarzo vitreo, il feldspato bianco od az-

UNIV. OF CALIFORNIA



zurrognolo e la mica muscovite, talvolta in larghe lamelle sovrapposte: scarseggia e talvolta manca negli oscuri, ricchissimi in mica quasi nera: tutte queste varie forme litologiche che contengono anche la tormalina, appartengono certamente alla parte superiore dei gneiss (micaschisti), e come ho già detto altra volta, hanno subìto più o meno l'azione metamorfica della granulite.

Avendo potuto disporre per l'analisi quantitativa di due grammi e mezzo di sostanza, si poterono controllare i dati con due analisi successive. I dati percentuali, concordando nelle due analisi fino alla seconda decimale, danno alla composizione del granato un valore attendibilissimo.

La composizione centesimale è la seguente:

| | I. | II. |
|---|---|---|
| $Si O_2$ . . . . . . | 37,82 | 37,80 |
| $Al_2 O_3$ . . . . . . | 18,06 | 18,03 |
| $Fe_2 O_3$ } . . . . . | 29,26 | 3,20 |
| $Fe O$ } | | 23,40 |
| $Mn O$ . . . . . . | 17,02 | 17,04 |
| $Ca O$. . . . . . . | (0,48) ? | 0,48 |
| $Mg O$. . . . . . . | (0,34) ? | 0,34 |
| | 102,98 | 100,29 |
| O. . . . . . . | 2,60 | |
| | 100,38 | |

Dalla II. la composizione molecolare risulta: silice 126, allumina 35, ferro ferrico 4, ferro ferroso 65, manganese 48, calce 1,7 e magnesia 1,7. Il rapporto fra le basi monosside, le sesquiosside e la silice è:

$$116,4 : 39 : 126 = 2,99 : 1 : 3,23$$

con una eccedenza di 9 molecole di $Si O_2$ sulle 117 occorrenti per la composizione del granato della formola:

$$\left.\begin{matrix}(Fe\ Mn)_3 \\ Al_2\end{matrix}\right\} Si_3\ O_{12}$$

nella quale una piccolissima porzione di Mn è sostituita da Ca

e da Mg, e pure una piccola porzione di $Al_2$ è sostituita dal ferro ferrico. L'eccedenza della silice si può spiegare colla immensa difficoltà di liberare completamente dalle piccolissime porzioni di silice, che stanno aderenti ai circa 25000 granatini impiegati nell'analisi, avendo calcolato approssimativamente che occorrano 10.000 granati per un grammo. La silice venne determinata direttamente disaggregando il granato con carbonato sodico, agendo sopra mezzo grammo circa. Nella soluzione cloridrica venne determinato il ferro totale, l'alluminio, il calcio ed il magnesio coi soliti mezzi ed il manganese come solfuro. Da una seconda porzione di granato (circa grammi 1,5), disciolta con acido fluoridrico allo scopo di determinare i metalli alcalini, per differenza si determinò la silice dopo espulso l'acido fluoridrico con acido solforico; le operazioni chimiche eseguite per ricercare i metalli alcalini riuscirono negative anche impiegando lo spettroscopio. La soluzione precedente servì per controllare i dati percentuali ottenuti. Il ferro ferroso venne determinato direttamente dalla soluzione solforica, ottenuta in tubo chiuso, dopo espulsa l'aria.

Sarebbe dunque una *spessartina* il granato di Caprera e la sua analisi concorda abbastanza bene con quelle riportate dal Dana [1] nel suo classico testo di Mineralogia per questa specie.

---

[1] J. D. Dana, *Descriptive Mineralogy.* — New Jork, 1893; pagine 442 e 1035.

# INDICE DEL VOL. XX